



Escola Tècnica Superior d'Enginyers  
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## TESI DE MÀSTER

### Màster

**ENGINYERIA CIVIL**

### Títol

**RECICLATGE DELS RESIDUS DE LA CONSTRUCCIÓ Y DEMOLICIÓ  
(RCD) I LA SEVA APLICABILITAT A VIENA, ÀUSTRIA**

### Autor

**CARLES FAJULA MOLAS**

### Tutor

**MIREN ETXEBERRIA LARRAÑAGA**

### Codi

**706-TFM-323**

### Data

**15-06-2012**



**Dedicat**

**als meus pares, família i tiet (A.C.S.)**

## **Agraïments**

A totes les persones que han fet possible la realització d'aquest treball i a les que m'han recolzat en tot moment.

El meu agraïment també cap l'equip i tutors que ho ha fet possible, tant de l'UPC com de la TUWIEN, per la seva dedicació i càlida recepció.

## RESUM

Aquesta tesina tracta sobre els Residus de la Construcció i Demolició (RCD) que representen una gran fracció de la quantitat total de residus generats en un país. Aquest fet, no és diferent a Àustria on el sector de la construcció és un component molt important en l'economia, però genera impactes sobre el medi ambient a causa de la producció de residus i el consum de recursos naturals.

En l'apartat de la situació actual del país, es pot comprovar que és un dels capdavanters en el desenvolupament de reciclatge dels RCD ja que s'utilitzen les tècniques de recuperació com la minimització en la font i un bon ús del reciclatge de matèries primeres, procés que garanteix una reutilització del 75% del total, enfront l'eliminació amb un 25%.

L'origen d'aquests residus és completament diferent depenent de les tècniques locals i a causa que puguin sorgir impediments se n'ha de fer una bona planificació tant abans, com durant la construcció. Per veure com es poden portar a terme aquests aspectes, en aquesta investigació, s'ha discutit les tècniques de reducció, reutilització i reciclatge i les seves aplicacions per cada material per tal de poder-ne minimitzar els seus residus.

El resultat avaluat i identificat en l'apartat de gestió del sistema sostenible de residus de la indústria de la construcció local i la seva interacció amb el medi ambient es destaca la importància del reciclatge i la seva conscienciació al país. Veient que en l'actualitat d'Àustria, el medi es situa al mateix nivell que altres aspectes com el cost, la qualitat i el temps. Per tant, en aquest punt s'explica els processos diaris de planificació per la seva bona integració.

Pel què fa la caracterització dels residus, tant els de formigó (i es nombren aquests primer perquè són els majoritaris al país essent el 52% del total de RCD), com els altres materials, tenen un procés de classificació, trituració i tamisat. El 73% d'aquests es recicla i se n'extreu àrid reciclat per altres possibles aplicacions en la construcció. I el Govern, com es veu, en potencia el seu ús i n'incentiva la demanda.

La composició dels materials reciclats vindrà molt determinada per el passos previs dels processos de recuperació de material, que són essencials per l'evolució cap a la sostenibilitat. L'Estat s'ha adonat que la prèvia separació és molt importat per aconseguir-ho i per això a Àustria és d'obligatori compliment.

També són aspectes tractats, els anàlisis exhaustius de reciclatge, beneficis econòmics i avantatges i desavantatges de plantes de reciclatge in-situ o fora del lloc.

Finalment a l'apartat de l'estudi de casos s'ha pogut veure que una bona gestió juntament amb una educació prèvia fan d'una construcció amb estalvis finals i amb una bona integració tant pel medi com per la societat i aquest és el concepte que ha de créixer de cara un futur més que proper.

## **ABSTRACT**

This work deals with the Construction and Demolition Waste. These, represent a large fraction of the total amount of waste generated in a country. Also in Austria where the construction sector is a very important component in the economy, but it generates impacts on the environment due to waste production and consumption of natural resources.

In the section of the country's current situation, it is apparent that is one of the pioneers in the development of recycling techniques used for RCD, as recovery and minimization at source and a good use of recycled materials. This process ensures reuse of 75% of the total, compared with 25% removal.

The origin of these residues is completely different depending on the local techniques that may arise due to impediments has been a good planning both before and during construction. To see how to carry out these aspects, this research has been discussed techniques of reduction, reuse and recycling and their applications for each material in order to minimize their waste.

The result identified and evaluated in the section on sustainable waste management system of the local construction industry and the interaction with the environment, highlights the importance of recycling and awareness in the country. Nowadays in Austria, the environment is at the same level as other aspects such as cost, quality and time. Therefore, this part explains the daily processes of planning for their successful integration.

As regards the characterization of waste, concrete (and naming first because these are the major in the country to be 52% of total RCD), and other materials, have a process of sorting, crushing and sieving. The 73% of these are recycled and extracted recycled aggregate for other potential applications in construction. And the Government, as seen, encourages demand.

The composition of recycled materials will be much determined by the previous steps of the recovery processes of material, which are essential for progress towards sustainability. The state has realized that the previous separation is very important to get it and in Austria it is mandatory.

Are also discussed aspects, the exhaustive analysis of recycling, economic benefits and advantages and disadvantages of recycling plants in situ or off site.

Finally in the section of case studies has been seen that a good management with a prior education to construction of a savings and end with a good integration environment for both society and this is the concept it must grow in order to close a future.

## ÍNDEX

<b>CAPÍTOL 1</b>	<b>10</b>
1.1. Introducció	10
1.2. Organització de la tesi	10
1.3. Objectius de l'estudi	11
<b>CAPÍTOL 2</b>	<b>13</b>
CONCEPTES I SITUACIÓ ACTUAL	13
2.1. Definicions, termes, conceptes i revisió literària	13
2.1.1. Residus de la construcció	13
2.1.2. Gestió	15
2.1.3. Reciclatge de residus de construcció	16
2.2. Situació actual	16
<b>CAPÍTOL 3</b>	<b>20</b>
GENERACIÓ DELS RESIDUS DE LA CONSTRUCCIÓ I DEMOLICIÓ	20
3.1. Introducció	20
3.2. Classificació i generació de processos	23
3.3. Característiques i composició dels RCD	26
3.4. Qualitat dels productes	28
3.5. Quantitat dels productes	29
<b>CAPÍTOL 4</b>	<b>31</b>
LA GESTIÓ DELS RCD	31
4.1. La gestió del país davant dels residus de construcció i demolició	31
4.2. Aspectes logístics i de gestió a Àustria	33
4.2.1. Emmagatzematge dels residus de la construcció i demolició	34
4.3. Gestió del medi ambient i riscos	35
<b>CAPÍTOL 5</b>	<b>37</b>
MINIMITZACIÓ DELS RCD I TÈCNiques D'ÚS APLICADES	37
5.1. Minimització dels RCD	37
5.2. La reducció	39
5.3. La reutilització	39
5.4. El reciclatge	41

5.4.1. RCD majoritàriament reciclables.....	43
5.4.2. Separació a l'origen.....	47
5.4.3. L'anàlisi econòmic del reciclatge.....	48
5.4.4. Beneficis ambientals .....	49
5.4.5. Processos aplicats.....	49
5.5. L'eliminació .....	50
5.5.1. Incineració .....	51
5.5.2. Abocador .....	52
<b>CAPÍTOL 6.....</b>	<b>54</b>
MATERIALS I USOS APLICATS .....	54
6.1. Formigó .....	54
6.1.1. Les tècniques del reciclatge .....	54
6.2. Acer i metalls no ferrosos.....	67
6.3. Fusta.....	72
6.4. Ceràmica.....	79
6.5. Sòls .....	81
6.6. Excavacions .....	83
<b>CAPÍTOL 7.....</b>	<b>85</b>
ESTUDI DE CASOS A VIENA.....	85
7.1. Cas d'estudi 1 .....	85
7.2. Cas d'estudi 2 .....	88
<b>CAPÍTOL 8.....</b>	<b>91</b>
LIMITACIONS TÈCNIQUES I LEGISLACIÓ .....	91
8.1. Normativa sobre els RCD i aplicacions de requisits legals .....	92
8.2. Les perspectives i enfocaments futurs.....	95
8.3. Resultats de polítiques orientades.....	95
<b>CAPÍTOL 9.....</b>	<b>96</b>
CONCLUSIONS .....	96
<b>REFERÈNCIES.....</b>	<b>98</b>



## Llistat de taules i figures

Taula 1: Resum de 15 països europeus i els RCD generats i reciclat a cadascun d'ells .....	17
Taula 2: Causes dels residus en les diferents parts del projecte.....	20
Taula 3: Proporcions RCD a la ciutat de Viena. ....	27
Taula 4: Composició dels RCD mixts als països europeus. ....	28
Taula 5: Llistat de materials perillosos en funció de la llista europea. ....	36
Taula 6: Taula-resum per al formigó .....	61
Taula 7: Taula-resum per al metall.....	70
Taula 8: Taula-resum per a la fusta .....	74
Taula 9: Taula-resum per a la ceràmica .....	79
Taula 10: Taula-resum per a sòls.....	81
Taula 11: Taula-resum per a materials excavats.....	83
Taula 12: Dades materials reciclats, cas d'estudi 1.....	86
Taula 13: Dades materials reciclats, cas d'estudi 2.....	89
Taula 14: Regulacions nacionals.....	91
Figura 1: Corrents de les deixalles a Àustria l'any 2010.....	18
Figura 2. Demolició d'un edifici de Viena. ....	23
Figura 3: Divisió dels RCD al país.. ....	27
Figura 4: Gestió de la construcció enfront les 4 dimensions .....	32
Figura 5: Esquema de les 4R.....	37
Figura 6: Ratis de tractaments a la ciutat de Viena. ....	38
Figura 7: Usos en funció gradual del medi ambient.....	53
Figura 8. Planta de tractament de residus a Viena .....	55
Figura 9: Planta per al reciclatge de formigó .....	59
Figura 10: Escola construïda.....	85
Figura 11: Edifici construït.....	88

## ABREVIACIONS

CiD: *Construcció i demolició.*

RCD: *Residus de la construcció i demolició.*

## **CAPÍTOL 1**

### **1.1. Introducció**

La construcció és, i ha estat sobretot en els últims anys, un dels grans motors de l'economia mundial. L'aplicació de materials reciclats en la indústria de la construcció és essencial per al desenvolupament sostenible de forma permanent d'un país.

A la Republik Österreich (Àustria), l'ús de fonts i matèries primàries està passant a segon pla, ja que des d'un punt de vista econòmic i ecològic hi ha un esforç per buscar la possibilitat de la reutilització dels materials de construcció. Això passa per una bona gestió dels residus de construcció i demolició, en l'actualitat, els materials reciclats, en la seva majoria, provenen de residus com maons, fusta, acer, formigó, asfalt, residus mixts de construcció, diferents tipus d'agregats, terra, etc.

Aquest estudi porta a l'estudi dels residus de construcció i demolició del país i la seva legislació.

### **1.2. Organització de la tesi**

S'organitza amb 9 capítols que permeten conèixer la situació actual dels residus de la construcció i demolició del país i les seves estratègies d'ús i gestió.

El primer i actual capítol consta d'una introducció al tema així com els objectius principals que es volien assolir per l'estudi d'aquest tema. En el segon volum es comença per una revisió literària i un seguit de definicions sobre residus de la construcció, gestió d'aquests així com de presentar la situació actual europea i en concret del país per posar-se en context.

Una tercera part formada per la generació dels residus i la seva classificació segons el seus components, les quantitats i característiques que solen tenir i les garanties de qualitat.

En la quarta part s'explicarà bàsicament la gestió que es fa a tot el país d'aquests residus ressaltant sobretot un part important d'aquests que serà l'emmagatzematge i el bon planejament.

Acte seguit, en la cinquena part s'expliquen les tècniques actuals del mercat per a la minimització dels materials i com s'apliquen, a més dels seus avantatges i inconvenients.

El sisè punt es veuen els usos que es pot donar al diferents tipus de RCD, així com les tecnologies aplicades per a cada un, s'explica el procés principal del formigó, i el més estès, ja que per als altres materials és semblant i es fa una taula resum per la resta, és a dir, metall, ceràmica, sorres, etc.

Es troben també dos estudis de casos al país en el setè capítol. Val a dir però que la dificultat per trobar projectes ha estat complexa i encara així només algunes parts, per tant a l'estudi es podrà veure just l'aplicabilitat per tenir una idea dels percentatges de residus reciclats i com s'ha portat a terme.

Seguit per una vuitena part on es recopilen les normatives vigents del país que afecten a la gestió dels residus i l'ús de materials reciclats per les diferents aplicacions.

Acabant així amb una novena i última part de conclusions del treball.

### **1.3. Objectius de l'estudi**

El propòsit d'aquesta tesi és l'estudi de la minimització dels residus procedents de la indústria de la construcció i demolició a Àustria. En resum es pot definir en els punts següents:

- a. Estudiar els beneficis de la minimització dels residus.
- b. Identificar els materials que podrien ser reciclats.
- c. Identificar els mètodes utilitzats i la seva gestió.
- d. Identificar els factors legislatius del país per aquests residus.

L'objectiu d'aquesta investigació també és estudiar l'impacte de reduir, reutilitzar i reciclar, la seva relació i així com la tècnica de recuperació en la indústria de la construcció local. D'altra banda, diverses qüestions relatives de la indústria local seran discutides per identificar la pròpia i bona gestió del país.

Una de les motivacions per a aquest estudi i les relacions dels residus de la construcció és que a Europa Occidental representen la major proporció dels residus totals, en el cas concret de Àustria (inclosa l'excavació) es té al voltant del 57% del total de residus.

El document no es centra principalment en el reciclatge de formigó i acer, sinó també considera altres materials com ara metalls no ferrosos, guix i fusta. També s'identificaran els

factors tècnics i econòmics, les normes pertinents i barreres tècniques que contribueixen a l'èxit de la reutilització i el reciclatge.

Per tal de poder centrar-nos més específicament, els materials que han estat l'objecte de major discussió sobre la disponibilitat dels mercats, els preus pagats i les especificacions requerides pels usuaris finals, s'han utilitzat els següents criteris:

- Quantitat del material en el corrent de residus sòlids municipals.
- Característiques de la valorització i la manipulació.
- Urgència de pràctiques alternatives de maneig.
- Possibilitat de comercialització o el desenvolupament del mercat.

Amb base en els criteris anteriors, i l'ús d'informació recopilada i els materials que es farà més incís són:

- ✓ Residus de formigó
- ✓ Metalls
- ✓ Residus de fusta
- ✓ Residus ceràmics
- ✓ Panells de guix
- ✓ Sorres

Cal dir però que moltes de les estratègies de planificació i administració tractades en aquest informe, es poden aplicar a gairebé a qualsevol material de runes de CiD.

## **CAPÍTOL 2**

### **CONCEPTES I SITUACIÓ ACTUAL**

#### **2.1. Definicions, termes, conceptes i revisió literària**

La definició de minimització de residus, segons el que estableix la Llei de Residus Federal per al Maneig (Abfallwirtschaftsgesetz) de 2005, correspon a la definició feta per l'OCDE (*Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic*). La minimització de residus significa doncs la prevenció d'aquests tant quantitativament com qualitativament. D'acord amb aquesta definició s'ha de tenir present el tractament tèrmic de residus, el tractament de residus abans del seu abocament, i en l'abocament en si, i les seves mesures de minimització.

Àustria ha establert criteris per definir el tractament tèrmic de residus amb recuperació d'energia. Aquests criteris s'estableixen en el decret sobre residus (Verpackungsverordnung) de 2002. La recuperació d'energia en la incineració es considera si el procés de combustió compleix els criteris tècnics específic, uns certs límits d'emissió i una qualitat d'entrada específica.

##### **2.1.1. Residus de la construcció**

La generació de residus de construcció i demolició està íntimament lligada a l'activitat del sector de la construcció, com a conseqüència de la demolició d'edificacions i infraestructures que han quedat obsoletes, així com de la construcció d'altres de noves. Es consideren RCD aquells que es generen en l'entorn urbà i no es troben dins dels comunament coneguts com residus sòlids urbans (residus domiliaris i comercials, fonamentalment), ja que la seva composició és quantitativa i qualitativament diferent. Es tracta de residus, bàsicament inerts, constituïts per: terres i àrids barrejats, pedres, restes de formigó, restes de paviments asfàltics, materials refractaris, rajoles, vidre, plàstics, guixos, ferralles, fustes i, en general, totes les deixalles que es produeixen pel moviment de terres i construcció d'edificacions noves i obres d'infraestructura, com també els generats per la demolició o reparació d'edificacions antigues.

En realitzar aquests dipòsits de RCD, no només s'està perdent o desaprofitant energia i material potencialment reutilitzable, reciclable o valoritzable, sinó que a més, s'afecta de manera molt negativa a l'entorn.

Aquesta important afecció dels dipòsits de RCD, és perquè arriben a abocar-sense haver realitzat separació de components catalogats com a residus peril·losos, i en emplaçaments no condicionats per immobilitzar la contaminació, per tant, l'impacte no només és paisatgístic, sinó també de contaminació química del sòl, aigües subterrànies, etc., amb els efectes que això pugui tenir per la salut de les persones.

Amb aquestes perspectives, el país ja fa anys que es va proposar plantejar mesures legals i econòmiques per la reutilització, reciclatge i la correcta eliminació de residus peril·losos.

A continuació es citen algunes definicions que s'han pres a com a referència al llarg dels anys:

Aquest tipus de residus són el rebuig dels materials de construcció, dels embalatges i de les runes resultants de la construcció, remodelació, reparació i operacions de demolició de paviments, cases, edificis comercials, i altres estructures. (*Agència de Protecció Ambiental Europea*).

Els residus es defineixen com el subproducte generat i retirat de la construcció/estructura d'enginyeria civil, de la renovació i dels llocs de treball de demolició. (*Cheung, 1993*)

Els residus són qualsevol material de sub-producte de l'activitat humana i industrial, que no té valor residual. (*SERPELL i Alarcón, 1998*)

Les deixalles sòlides es poden definir com tots aquells residus de forma sòlida que s'eliminen com inútils o no desitjats i, en general, sorgeixen de les activitats humanes. Els residus de la construcció són aquells generats per les obres de construcció, demolició i remodelació d'habitatges individuals, edificis comercials o d'altres estructures. (*Peavy, 1985*)

També formen part d'aquesta definició, els residus acceptats per les autoritats públiques per la seva disposició final, inclosos els peril·losos, llots líquids i aigües residuals.

Les deixalles sòlides poden ser classificades com a residus urbans (per exemple: paper, plàstics, restes de menjar, cendres i residus especials, com ara les escombraries del carrer), residus de la construcció/industrials (per exemple: residus de fusta, demolició i construcció, tractament de residus de la planta, residus peril·losos, etc.) i residus peril·losos (per exemple: substàncies radioactives, productes químics, deixalles biològiques, deixalles inflamables, explosius. etc.) (*Kiely, 1997*)

És el material de rebuig que es produeix en el procés de construcció, renovació o demolició d'estructures. Les etiquetes inclouen edificis de tot tipus (tant residencial i no residencial), així com carreteres i ponts. Els components dels residus de CiD inclouen típicament formigó, asfalt, fusta, metalls, cartró de guix, i sostres. Residus desmunt de terres, com ara; soques, roques i terra, també s'inclou en algunes de les definicions d'estat de les restes de construcció i demolició (*Agència de Protecció Ambiental dels EUA, EPA 1998*).

Els residus de la construcció i demolició que es generen regularment són com a resultat de nova construcció, demolició de velles estructures, i el manteniment periòdic dels edificis. Aquestes deixalles contenen ciment, maons, asfalt, fusta i altres materials de construcció que solen ser inerts (*Nacions Unides per al Medi Ambient, PNUMA, sense data*).

Les similituds i diferències entre cadascuna d'aquestes definicions, explica per què de la confusió que sorgeix quan s'estableix la classificació de RCD. Venen a dir totes el mateix concepte però cadascuna dins de les seves pròpies especificacions ja que hi ha una àmplia definició, la influència del tipus de residus cada país té una lleugera perspectiva diferent i per tant seguirà variant al llarg del temps.

Malgrat totes aquestes definicions apuntades anteriorment, cal assenyalar que els residus de construcció i demolició (RCD) també poden ser generats a partir dels desastres naturals, com ara: tornados, inundacions, huracans, terratrèmols, etc.

Aquests residus poden estar en forma sòlida, líquida, gasosa, o d'una combinació de les tres. Encara que aquesta tesi es centra a obtenir una comprensió més àmplia de la situació dels residus a la indústria de la construcció en el país d'Àustria i la seva aplicabilitat a Viena.

### **2.1.2. Gestió**

Treballar amb i per mitjà d'altres persones per aconseguir els objectius tant de l'organització com dels membres imputats. (*Patrick J. Montana, Bruce H. Charnov*).

L'art de fer les coses a través de persones. (*Maria Parker*)

L'administració és l'art i la ciència. I hi ha quatre pilars bàsics: el pla, organitzar, dirigir, i el monitor. (*John F. Reh*)

### **2.1.3. Reciclatge de residus de construcció**

És la separació i el reciclatge dels residus recuperables generats durant la construcció i remodelació. Materials nous, vells, restes de materials i runes, constitueixen materials potencialment recuperables. *(Text de referència per a l'edificació sostenible a Àustria)*

El rebuig de materials de construcció, embalatges, i les runes resultants de la construcció, remodelació, reparació i operacions de demolició de paviments, cases, edificis comercials i altres estructures ". *(Agència de Protecció Ambiental dels EUA, EPA)*

És evident que la gestió de residus han de ser implementades. Reduir, reutilitzar i reciclar semblen ser alternatives rendibles que augmenten la vida útil dels abocadors i redueixen l'explotació dels recursos naturals ". *(Woolley, 2000)*

És el més important, el nostre medi ambient no s'ha d'enfrontar a un major deteriorament. A més dels beneficis ambientals en la reducció de la demanda de terres per a l'eliminació dels residus, el reciclatge de residus de la construcció, també pot ajudar a conservar els materials naturals i reduir el cost del tractament de residus abans d'eliminar-los. *(Poon, 2002)*

## **2.2. Situació actual**

Aproximadament en l'actualitat el 30% del volum de residus es recicla a tot Europa. En molts països de la UE, la separació del reciclatge per fraccions s'ha convertit en una activitat estàndard i el mercat reconeix aquests productes com equivalents als productes fabricats a partir de materials nous.

Viena és la ciutat capital d'Àustria, amb una població de 1,6 milions amb una superfície de 415 km<sup>2</sup>. Anys enrere va ser l'únic país europeu que va aconseguir l'objectiu del Programa d'Acció Mediambiental de la UE V (1993-2000) per a la generació de residus per càpita. Més del 50% dels residus domèstics al país es reciclen.

L'any 2010 el creixement total de residus s'ha calculat en un 1,8 per cent anual. L'objectiu és tractar de mantenir el creixement dels residus en el 1,3 per cent anual en lloc del 1,8 per cent.

Un dels conceptes claus de tot el país és que la prevenció és un pas més enllà del reciclatge, hi ha molts altres factors que també influeixen a llarg termini, com es veurà al llarg de l'estudi.



L'augment experimentat el sector de la construcció en els últims anys ha implicat la generació d'importants quantitats de RCD, els quals, amb una bona planificació i una adequada gestió final dels mateixos, s'ha establert en un bon mercat europeu.

El Pla de Gestió de Residus de Viena més nou va sortir d'una avaluació ambiental estratègica portada a terme entre 1999 i 2001 i que recomana mesures de reducció en la generació de residus. La prevenció és vist com l'opció de gestió de residus més desitjable, ja que elimina la necessitat de la manipulació, el transport de reciclatge o disposició final dels residus.

Per minimitzar la influència de materials perillosos la Comissió Europea va crear la normativa de "Desenvolupament de mètodes d'avaluació estandarditzats" per als enfocaments relatius a les substàncies perilloses d'acord amb la Directiva de Productes de Construcció que es presentà l'any 2005.

Es proporciona el major nivell de protecció del medi ambient mitjançant l'optimització de l'ús dels recursos i per tant, l'eliminació d'una font potencial de contaminació. La minimització (recuperació) és la següent millor opció.

El sistema de "construcció d'Àustria" és en forma de residus de la construcció, que prové principalment de la demolició, reforma i renovació d'edificis. Només una proporció molt menor (a Àustria en l'ordre del 10% dels residus de la construcció) provenen de matèries noves o primàries.

Els residus de construcció i demolició constitueixen una proporció molt significativa del total dels residus que tenen una recuperació potencial, com ho demostren les mesures adoptades en alguns països que han aconseguit nivells de més de 80%.

La nova informació mostra que diverses regions han assolit ja una alta taxa de reutilització i reciclatge, per exemple, els Països Baixos amb un nivell de 95%, Dinamarca amb un nivell de 93%, Bèlgica-Flandes, amb un nivell del 92% i Alemanya amb un nivell de 91%. En nostre cas, Àustria així com Estònia i Polònia es troba aproximadament que el 75% del volum total es torna a utilitzar o reciclar. Els nivells més baixos de reciclatge estan documentats en la República Txeca amb un 30% i a França amb un 25%.

Respecte als RCD s'estima que es generen al voltant de 6,4 milions de tones en tot l'Estat d'Àustria. La següent taula data de l'any 2010 mostra la comparativa europea a la Taula 1 següent:

<b>Estats / RCD</b>	<b>Generats (arrodoniment en milions de tones)</b>	<b>% Reutilitzats o reciclat</b>	<b>% Incinerats o abocats</b>
Alemanya	69	83	17
Regne Unit	50	55	45
França	34	20	80
Itàlia	28	9	91
Espanya	25	5	95

Holanda	19	90	10
Dinamarca	14	81	19
Bèlgica	9	87	13
<b>Àustria</b>	<b>6</b>	<b>55</b>	<b>45</b>
Suècia	5	21	79
Portugal	3	5	95
Grècia	2	5	95
Finlàndia	1	45	55
Irlanda	1	5	95
Luxemburg	0	-	-

Taula 1: Resum de 15 països europeus i els RCD generats i reciclats a cadascun d'ells.

Per tal de veure que la fracció de RCD és important al país es mostra el gràfic següent amb tots els residus generats i considerats al país:

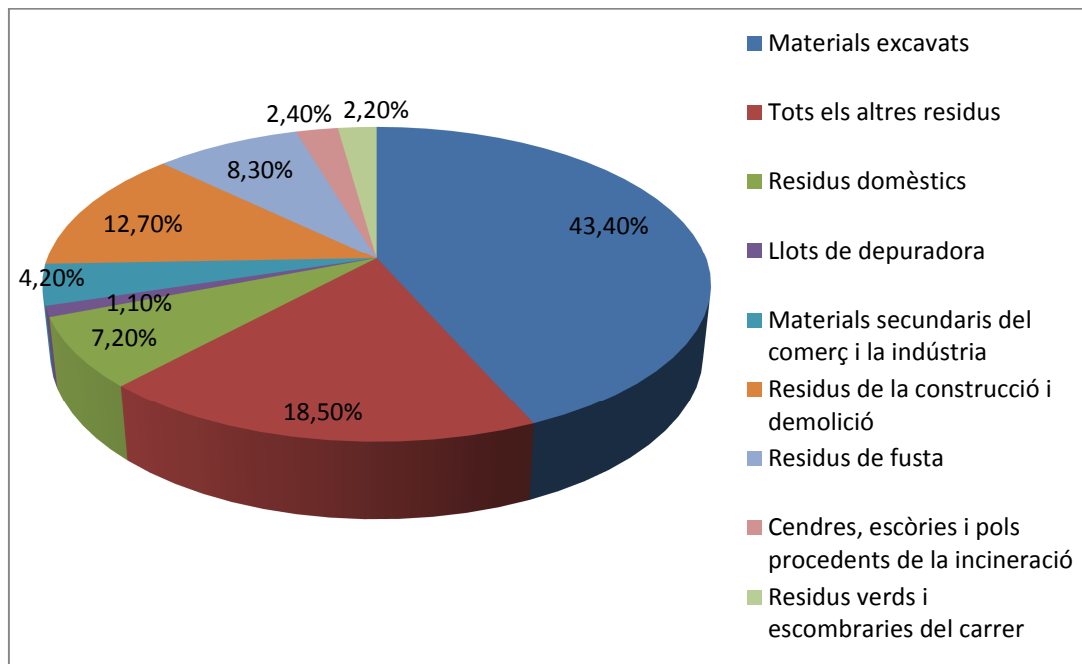


Figura 1: Corrents de les deixalles a Àustria l'any 2010.

Veiem doncs en aquesta gràfica que els RCD conformen una gran part del total de residus, ja que aquests també inclouen part dels residus de fusta i excavació que en aquesta gràfica es comptabilitzen a part.

La indústria del reciclatge/reutilització de la construcció i demolició a Àustria es caracteritza com a desenvolupada en comparació amb les indústries relacionades en l'àmbit europeu. Això és degut, en part, als següents factors:

- Una legislació que obliga a un bon ús dels residus de CiD.
- Un bon disseny i pràctiques de construcció que fan eficient i eficaç la desconstrucció i/o separació en origen.
- Una recuperació de materials/instal·lacions de re processament i un ús final dels mercats per als materials separats en origen.
- Acceptació dels materials utilitzats pels propietaris, dissenyadors, contractistes i les agències reguladores.

## CAPÍTOL 3

### GENERACIÓ DELS RESIDUS DE LA CONSTRUCCIÓ I DEMOLICIÓ

#### 3.1. Introducció

L'origen dels residus de construcció i demolició tal com el seu nom indica, provenen de la construcció i demolició d'edificis i infraestructures; rehabilitació i restauració d'edificis i estructures existents; construcció de nous edificis i estructures, així com de la producció de materials de construcció, per exemple, una màquina de fer formigó, components del formigó, articles de fusta, etc. El sector de la construcció i edificació pot dividir-se d'acord a l'objectiu de la construcció bàsicament en:

1. Sector de l'edificació → Habitatge i edificis utilitaris els quals inclouen:

- El sector que es dedica a la construcció, manteniment i renovació d'habitatges.
- El sector d'edificació utilitària que construeix, manté i renova oficines, edificis industrials i similars.

2. Sector d'infraestructures que inclou:

- Construcció de carreteres.
- Altres infraestructures especials (ponts, túnels, canals, etc.).

Però al llarg del cicle de vida d'un projecte de construcció, hi ha una sèrie de factors que condueixen a la producció de deixalles (Graham i Smithers, 1996), que es resumeixen a la Taula 2. Aquestes fases que s'explicaran a continuació són: disseny, compra, maneig de materials, construcció/renovació i demolició.

Fase de projecte	Causes dels residus
Disseny	errors de planejament errors de detall canvis en el disseny
Obtenció	error de compra error de comanda

Maneig dels materials	emmagatzematge inadequat deteriorament maneig inadequat (en el lloc o fora del lloc)
Construcció/Renovació	error humà comerciant error d'equips (ex: catàstrofe, accident) altres (ex: temps)
Demolició	errors reconstrucció

Taula 2: Causes dels residus en les diferents parts del projecte.

### a) Disseny

En la primera etapa de la construcció, els dissenyadors han d'aplicar un disseny que sigui sostenible. Abans que els dissenyadors identifiquin els materials que volen fer ús, s'hauran de tenir en compte diversos aspectes d'aquesta i de les fonts. Alguns inconvenients que es pot trobar és que el catàleg de materials s'actualitza periòdicament i per tant, en alguns casos es despertarà certa complicació quan es vol començar les obres en el lloc.

Els dissenyadors necessiten per incloure explicació d'especificació en cada material i el component que es necessita en el contracte. Però en general, només es transmetrà el codi de la norma. Amb un temps limitat, els dissenyadors són propensos a triar el material que és de baixa qualitat i això és un procediment erroni que no enfoca cap a la sostenibilitat.

Si es volen reduir els residus a un nivell òptim, s'ha de considerar el procés de construcció de cada element en aquesta etapa. Quan el treball ha començat, els dissenyadors necessiten per assegurar-se que només hi haurà un canvi mínim.

La no vigilància en l'etapa de disseny pot conduir a una reducció de les deixalles excessiva i provocar una escassetat de materials en el lloc. El disseny arquitectònic i dels components afecten en gran mesura a la factibilitat de construcció i muntatge d'un edifici.

Plànols amb errors o incomplets, falta de detalls, o conseqüències de la limitació de temps, també poden causar variacions que requereixen una entrada de materials addicionals. Els projectes s'han de dissenyar amb les tècniques de minimització de residus en ment, els materials utilitzats i les tècniques de construcció emprades.

És important també el fet de pensar en un futur desmuntatge de la construcció ja que és important en el disseny, és a dir, no quedar-se en la construcció sinó anar més enllà i pensar en un possible enderrocament o renovació. Actualment la majoria dels materials que són recuperats dels projectes de demolició o renovacions són en general tan danyats que no poden ser reutilitzats. Per tant s'ha de preveure de cara a anys posteriors. Alguns exemples serien incloure connexions reversibles en lloc de cargols i claus tradicionals i un ús de connexions encadellades en lloc de compostos adhesius.

### **b) Obtenció**

La selecció del material és un altre pas crític per ajudar a reduir l'impacte d'un projecte, ja que evitarà una possible renovació futura o un desgast. Un bon exemple és que s'estan potenciant i assistint a que tots els materials siguin productes reutilitzables o reciclables, sabent que tots els productes utilitzats en un projecte han de tenir una vida útil major que la vida de les estructures del que s'esperava.

Les fallades en l'enlairament, detalls sense acabar i petita quantitat de materials requerits en les obres de renovació són la principal causa d'excés de comandes. Una falta d'atenció durant el transport es traduirà també en danys materials.

### **c) Maneig**

La manca d'espai confinat sempre causa un problema en l'emmagatzematge de materials. I per tant en conseqüència, es generen residus dels resultats d'un mal apilament, l'oxidació de l'acer, el dany, l'envelliment de l'encofrat, etc.

També pot passar a ser material de rebuig si se n'ha fet un bon ús s'ha manejat correctament. Els materials sempre són manejats amb equip mecànic i algunes vegades per un treballador no qualificat i el material normalment només pot ser reparat si el dany és mínim.

Tipus de residus són diferents en diferents projectes. Molts dels que és causa durant la fase de construcció, on el temps és essencial i el treball cal fer ràpid. Això és quan el control de qualitat és difícil de controlar. Però la raó principal de la producció de residus és causa de la feble control i monitoratge, l'actitud i no hi ha incentius adequats.

El material ha de ser emmagatzemat en forma correcta, protegit del clima per evitar danys tal com explicarem amb més detalls més endavant.

### **d) Construcció/Renovació**

La construcció d'obres d'enginyeria civil segueixen després de la planificació i disseny del projecte i es poden dividir en quatre fases principals:

- Treballs preliminars.
- Preparació del terreny.
- Construcció del projecte.
- Instal·lacions de l'edifici.

### **e) Demolició**

L'eliminació de materials perillosos abans de la demolició és una prioritat per a les empreses d'aquest sector. La possible presència de contaminació per amiant presenta una de les qüestions més problemàtiques en el mercat de RCD de reciclatge.

L'enfocament de demolició més afavorit és la destrucció, ja que és l'opció més barata i més ràpida. Però s'ha de tenir en compte que optant per aquesta via la recuperació de materials és mínima.



*Figura 2. Demolició d'un edifici de Viena.*

## **3.2. Classificació i generació de processos**

Els RCD es generen cada vegada que una activitat de construcció/demolició es porta a terme. Alguns exemples poden ser: la construcció de carreteres, ponts, voladures, metro, remodelacions, etc.; composts majoritàriament de materials inerts i no biodegradables, com són el formigó, el guix, el metall, la fusta, els plàstics, etc.

Aquests residus són pesats, tenen alta densitat, sovint són voluminosos i ocupen un espai d'emmagatzematge considerable, ja sigui a la carretera o al contenidor. No és estrany veure enormes piles d'investigació de residus, pesats, que s'apilin en a les carreteres, especialment en projectes grans.

L'ús d'aquests materials depèn bàsicament de la seva separació i condició del material separat. La majoria d'aquests materials són duradors i per tant, tenen un alt potencial de reutilització. Seria, però, desitjable disposar de normes de qualitat per als materials reciclats.

La Unió Europea està orientant la política de gestió dels RCD cap a un reciclatge massiu dels mateixos, per això, un possible agrupament podria realitzar-se en base a la seva composició,

relacionant-los amb assumptes com ara la separació selectiva, la recollida selectiva (desconstrucció) i també la perillositat de part d'aquests.

En aquest sentit dels residus de construcció i demolició podrien classificar-se en:

- RCD no inerts que justifiquen una separació i recollida selectiva (en funció del valor econòmic que poden presentar).
- RCD inerts que justifiquen una separació i recollida selectiva. La justificació principal per a la separació selectiva de materials inerts continguts en el corrent destinada a trituració és econòmic. Els metalls presenten un valor de revenda ben establert i en algunes zones i determinats moments, materials com ara maons i teules presenten una demanda considerable. El mateix es pot dir dels maons refractaris que majoritàriament són reciclables per a la producció de nous refractaris.
- RCD perillosos i potencialment perillosos.

El caràcter perillós dels RCD, pot ser degut a causes diferents, com són:

- a) Que els materials utilitzats originalment continguessin proporcions altes de materials que eren per si perillosos, com els fibrociments, el plom, els quitrans i residus d'adhesius, coles i o certs plàstics.
- b) Alguns materials es converteixen en perillosos com a conseqüència directa del medi en el qual han estat durant molts anys. Un exemple seria el d'una indústria en què s'han produït reaccions de superfície entre el material original inert dels edificis i agents químics procedents de processos interns o pròxims, arrossegats per l'aire o l'aigua, i que han convertit en perillosos part dels materials de fàbrica de la indústria.
- c) Alguns corrents de RCD es converteixen en perillosos si materials perillosos es barregen amb ells. Aquest és el cas d'envasos de pintures llançats a l'apilament de maons i formigó, convertint a tot l'apilament en perill.
- d) El tipus d'edificació/estructura i l'època en què va ser construïda són els factors que més influeixen en la presència de residus perillosos, tant en quantitat com en la seva tipologia.

Un cop s'han generat aquest tipus de RCD perillós, la gestió a realitzar sobre aquests, s'ha d'ajustar al que indica la legislació vigent.

Fins ara s'ha exposat una possible classificació dels RCD, indicant la composició i gestió final. No obstant això, les classificacions d'aquests residus poden ser diverses i així, segons l'origen d'aquests, es podria distingir entre:

1. *Residus de demolició*: Són els originats en les operacions de demolició i enderroc d'edificis i instal·lacions.
2. *Residus de construcció*: Provenen del procés d'execució dels treballs de construcció pròpiament dits.
3. *Residus d'excavació*: Són el resultat dels treballs d'excavació previs a la construcció (sòl, roques, vegetació o anivellament de terres).



Per no crear una quarta categoria perquè es podria incloure dintre de qualsevol, tenim els procedents del manteniment.

Una tercera classificació podria ser en funció de les seves característiques de perillositat, en:

1. Residus inerts: Aquells residus no perillosos que no experimenten transformacions físiques, químiques o biològiques significatives.
2. Residus especials: Són aquells potencialment perillosos per a la salut i el medi ambient, per la seva composició i propietats, com s'ha vist.
3. 3. Residus banals: Aquells que presenten una naturalesa similar als residus domèstics.

Cal dir però que en la indústria de la construcció, els processos es poden dur a terme de moltes maneres diferents i per tant el tipus de deixalles esmentades poden sorgir en diferents parts d'un projecte ja sigui en construcció, demolició, renovació, manteniment d'edificis, infraestructura civil, carreteres, etc. com s'ha dit anteriorment.

Per permetre la recuperació posterior dels residus en particular que estem tractant, sembla ser essencial separar i classificar fraccions definides durant els processos previs de construcció i demolició. Els processos selectius de demolició i sobretot en el lloc de separació són les tècniques comunament utilitzades per produir fraccions de residus "d'alta qualitat" que tenen el potencial per ser reutilitzat com a material de construcció. En el cas d'Àustria (així com en diversos estats de la Unió Europea) la separació de residus de construcció i demolició en fraccions específiques és obligatòria.

Per veure alguns exemples a continuació es cita breument algunes de les aplicacions diàries:

- Reutilització (en el lloc) de maons, lloses de pedra, fusta, conductes, canonades, etc. a les reixes mesura del possible i depenent de la seva condició.
- Venda/subhasta de material que no pot ser utilitzat en la que el lloc a causa de la restricció de disseny o el canvi en el disseny.
- Plàstics, vidres trencats, trossos de metall, etc. poden ser utilitzat per les indústries de reciclatge.
- La runa, el maó, guix trencat, peces de formigó, etc. es poden utilitzar per a la construcció de l'activitat, segons les proves realitzades, l'anivellament, per sota dels cabells dels carrils on el trànsit no constitueix en moviment de càrregues pesades.
- Les peces més grans es poden enviar per omplir les zones baixes.
- Material fi, segons les proves realitzades, la pols de poliment, etc. es pot utilitzar com a material sanitari de cobertura del farciment per sobre.

### **3.3. Característiques i composició dels RCD**

La composició dels RCD, varia en funció del tipus d'infraestructures de què es tracti i reflecteix en els seus components majoritaris, si bé cal tenir en compte que aquestes poden variar de un país a un altre en funció de la disponibilitat dels mateixos i dels hàbits constructius.

Els materials minoritaris depenen en canvi, d'un nombre de factors molt més ampli com poden ser el clima del lloc, el poder adquisitiu de la població, els usos donats a l'edifici etc.

D'altra banda, la composició de les edificacions varia al llarg del temps i amb això també canvia la composició dels RCD, segons sigui l'edat de l'edifici o estructura que és objecte de demolició.

Per tant ja es pot veure la complexitat d'aquest tipus de residus, però en general pot comprendre els següents materials:

Els components principals són:

- Ciment.
- Maons.
- Guix.
- Acer (finestres, marcs, portes, sostres, baranes de suport de l'escala, etc.).
- Runes.
- Pedra (marbre, granit, pedra arenosa).
- Fusta, aglomerat(sobretot la demolició d'edificis antics).

Els components minoritaris són:

- Conductes (ferro, plàstic).
- Tubs (ferro, plàstic).
- Aparells elèctrics (coure, cablejat d'alumini, pal de fusta, interruptors de plàstic, sense aïllament, etc.).
- Panells (de fusta, laminats).
- Altres (rajoles, panells de vidre).

A Àustria el formigó constitueix més del 50% de residus de la construcció, tal i com es mostra a la Figura 3, i aproximadament un 73% d'aquest material es reutilitza en aplicacions de baix valor, com ara farciment de subsòl de carretera. Els metalls, principalment d'acer, estan subjectes a alts índexs de reciclatge tot i que constitueixen només el 4% dels residus de la construcció. Menys del 3% estan relacionats amb materials com fusta, guix, paper, etc. Veiem això reflectit a la gràfica següent:

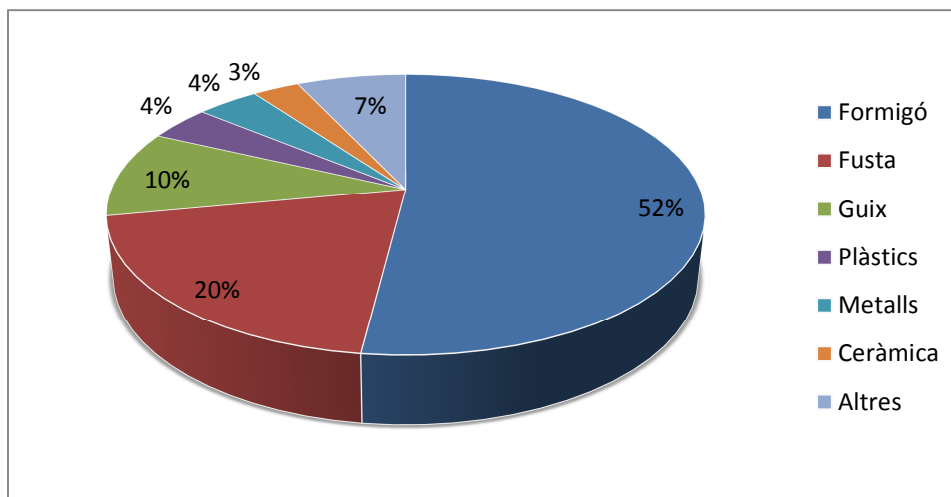


Figura 3: Divisió dels RCD al país..

Per el cas de la ciutat de Viena, es mostra a continuació la taula amb les proporcions mitjanes de residus per a l'any 2010 on es pot veure que el formigó ocupa gran part d'aquests (és el que tindrà més dedicació en apartats següents):

Components	Proporció (%)
Formigó	30
Fusta	15
Ceràmica	10
Metalls	7
Sorra	7
Vidre	3
Paper	1
No reciclables	25

Taula 3: Proporcions RCD a la ciutat de Viena.

Diversos Estats també han publicat els resultats dels anàlisis relatius a la composició dels seus RCD en els últims anys. La taula 3 dona una visió general de la composició típica. Les dades demostren una àmplia gamma de composicions diferents. Si la construcció de la llista residus de demolició conté sòls excavats, causa un impacte considerable en la composició. No obstant això, algunes tendències són evidents.

Seguim veient que aproximadament un terç del total de residus de CiD és de formigó. El percentatge de ceràmica varia de 6 a 39%.

Component	Holanda	Bèlgica	Dinamarca	Estònia	Finlàndia	República Txeca	Irlanda
<b>Formigó</b>	40	33	25	-	-	-	-
<b>Ceràmica</b>	25	6	6	-	-	35	39
<b>Fusta</b>	1,5	3	-	-	41	-	-
<b>Graves</b>	2	18	22	53	-	-	51
<b>Metall</b>	1	-	-	19	14	-	2
<b>Altres</b>	6,5	36	28	16	12	32	6

*Taula 4: Composició dels RCD mixts als països europeus.*

Els mètodes per a reciclar de cadascun d'aquests materials és crucial per a la viabilitat econòmica. La fusta és molt buscada pels “recicladors”, a causa del seu ampli ús en la generació d'energia. Àustria compta amb l'adopció d'electricitat a base de fusta i la generació de calor des d'un ús residencial, a escala industrial i a serveis públics. Per altres materials, com els metalls, s'han establert mercats mundials de reciclatge, mentre que altres, com el formigó recuperat tenen limitacions i sovint mercats locals austríacs, per exemple, en la construcció de carreteres.

Per tal d'assegurar la substitució de materials reciclats en nous materials, a Àustria s'ha establert un sistema d'assegurament de la qualitat. El Abfall Laendersarbeitsgemeinschaft (LAGA) que estableix estrictes codis als quals s'hi ha d'ajustar el material reciclat per tal de ser reutilitzat en altres aplicacions. Aquests codis donen als recicladors i als contractistes indicacions clares sobre el què es pot fer i no fer amb un material en particular, facilitant-ne també l'estimació d'un cost.

### 3.4. Qualitat dels productes

La composició dels residus de construcció i demolició varia d'un Estat a un altre. La composició d'aquests es veu afectada per nombrosos factors, incloent les matèries primeres i materials de construcció utilitzats, les tècniques d'arquitectura i de construcció local i les pràctiques de demolició.

La composició també depèn de la separació que es va portar a terme al corresponent flux de residus. La fusta (sovint separada en fusta tractada i no tractada), el paper, el vidre, el plàstic, el metall i les altres fraccions no minerals són contràries, quan es tracta de produir àrids reciclats. Quan es separen, aquestes fraccions han de ser reciclades d'una manera adequada.

La garantia de qualitat, per descomptat, implica quelcom més que una simple publicació de les especificacions. Cada càrrega de material ha de ser inspeccionada i certificada per un tercer per tal de ser considerades de suficient qualitat per al seu ús en aplicacions com la construcció

de carreteres, formigó nou o de farciment. Aquesta certificació dels materials es fa per RAL, l'institut austríac d'assegurament de la qualitat i l'etiquetatge.

L'equivalència dels materials verges és probablement el factor més important per garantir la capacitat d'utilització de materials reciclats CiD. Millorar la qualitat del material depèn dels reptes i els obstacles presentats per cada material en el flux de RCD. Una sòlida comprensió d'aquestes propietats dels materials és fonamental per al reciclatge eficaç. Les fitxes següents descriuen els contextos particulars i les propietats de cada material significatiu en el flux de residus, així com els usos de reciclatge, tant reals com potencials.

Per abordar els temes d'assegurament de la qualitat, Àustria va establir un reciclatge de CiD introduint una associació voluntària per al sistema d'assegurament de la qualitat dels materials reciclats, amb base en criteris de qualitat obligatoris ambientals i tècnics. L'associació ha introduït una sèrie de "directrius tècniques" i "eco-etiquetes" que especifiquen els criteris de qualitat i límits de concentració dels contaminants examinats pel que fa a la material. El Ministeri de Medi Ambient recomana l'ús d'aquestes directrius.

*La marca de qualitat:* Una empresa certificada amb el segell de qualitat per als materials de construcció reciclats s'ha de sotmetre a revisions periòdiques per tal de documentar el manteniment de la marca de qualitat pot escollir de la llista de laboratoris oficialment acreditats de la ÖGSV ha de dur a terme el control extern. Els controls addicionals interns han de ser conduït per la pròpia empresa, el seu abast en funció de la seva producció.

El mètode i l'abast de les proves estan regulades precisament per les guies de materials de construcció reciclats emès pel ÖGSV. Aquest segell de qualitat és un sistema d'assegurament de la qualitat reconeguda d'acord amb ALSAG (lleï per a la rehabilitació de llocs contaminats).

L'etiqueta de qualitat per a material de construcció reciclat es pot utilitzar en les llistes de preus o documents similars per indicar al client el nivell de qualitat del certificat amb el segell de qualitat es poden trobar a la llista de l'etiqueta de qualitat de materials reciclats de la construcció.

### **3.5. Quantitat dels productes**

Els minerals de la construcció i demolició, així com els residus mixts constitueixen un dels corrents de residus més significatius a Europa. Més de 200 milions tones d'aquests residus es produeixen cada any (no inclou els materials excavats).

Segons la història hi ha un desenvolupament significatiu en el reciclatge dels residus de la construcció, que va començar en la dècada dels 1990 i va continuar fins 2003. Hi va haver un

estancament al 2004 i 2005, a més, el volum de formigó reciclat va mostrar una disminució considerable en 2004.

L'anàlisi del reciclatge de formigó l'any 2005 confirma augment i la tendència similar es detecta en el reciclatge de residus de maçoneria i deixalles d'asfalt.

Si val a dir que les dades que es tenen no són de l'any actual. Possiblement aquestes en la majoria dels països europeus tendrien a una davallada degut a que el sector de la construcció actualment no passa pel seu millor moment a alguns països de la Unió Europea.

## **CAPÍTOL 4**

### **LA GESTIÓ DELS RCD**

#### **4.1. La gestió del país davant dels residus de construcció i demolició**

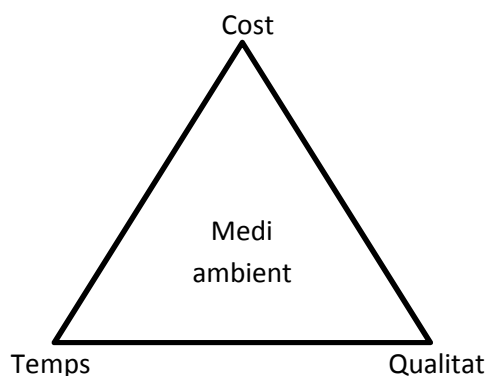
El sistema de gestió dels residus és diferent per als països desenvolupats i en desenvolupament, per a les zones urbanes i rurals, i per als productors industrials i residencials. La gestió de residus no perillosos residencials i institucionals a les àrees metropolitanes és generalment la responsabilitat de les autoritats governamentals locals, mentre que la gestió de residus no perillosos, comercials i industrials és generalment la responsabilitat del generador (l'empresa que produeix l'activitat residual).

Tradicionalment, la gestió de la construcció té una relació en si amb el temps, amb el cost i amb la qualitat. En vista de la creixent preocupació pel medi ambient, cal afegir-hi a les tres citades abans, aquesta quarta dimensió.

El medi ambient és un tema important que afecta la vida quotidiana i el nivell de consciència i és cada vegada major que les persones estiguin més ben informats per reconèixer la influència dels impactes ambientals globals i locals en la seva qualitat de vida.

En el país, Àustria, els professionals de la indústria de la construcció no són ignorants de la necessitat de considerar el medi ambient. Molts clients o contractistes prenen en compte les qüestions ambientals només des del seu punt de vista de benefici empresarial. Per exemple, es sol considerar la protecció dels components de la construcció, activitats o recursos que afecten al medi ambient. Però en l'actualitat ja s'ha de donar una seriosa consideració als efectes sobre el medi ambient en general i per tant considerar un treball de gestió de la construcció amb les quatre dimensions.

Però en l'actualitat la gestió de la dimensió del medi ambient s'ha integrat amb la gestió del cost, qualitat i temps. I per tant, el projecte ha de ser avaluat en quatre dimensions. En general, el medi ambient ha de ser pres com una qüestió de planificació diària en la gestió de la construcció igual que els altres tres aspectes. A continuació es mostra una representació gràfica:



*Figura 4: Gestió de la construcció en front les 4 dimensions.*

Una "dimensió" es refereix a una adreça quantificable o contingut de diferents mides, mentre que l'objectiu és una cosa certa, poc o molt. Sense tenir en compte el medi ambient, ens estem referint a un enfocament tradicional que dóna una major preocupació per tots els sectors de la societat però no és un model sostenible ja que té menys valor per a l'èxit de futurs projectes.

Com pot passar en alguns casos els factors crítics continuen essent els tres que s'han nombrat primerament, llavors és quan hi ha d'haver una contribució significativa per examinar els factors ambientals interns i externs, investigar la seva rellevància per a la construcció i operació d'un projecte i prendre accions contra les causes i els efectes de la contaminació.

La dimensió ambiental té dues diferències fonamentals amb el cost, temps i qualitat. En primer lloc, des del punt de vista de negoci, l'objectiu de cost, temps i qualitat s'estableixen per compte de clients, però l'objectiu de protegir el medi ambient s'imposa pels òrgans externs, com ara Departament de Medi Ambient, Departament de Treball i Serveis Urbans del país.

En segon lloc, des del punt de vista d'impacte en el desenvolupament econòmic, el cost, temps i qualitat són factors que influeixen en la microeconomia, a nivell d'empresa a curt termini. El medi ambient és un factor macro que afecta l'economia i el seu desenvolupament en el llarg termini a nivell mundial. Les diferències són extremades, i és per això que la gravetat dels problemes de gestió ambiental de la construcció ja és apreciada pels departaments governamentals públics i professionals de la construcció, i l'acció de protegir el medi ambient en les obres de construcció ja és una extensió promoguda i que avança dia a dia.

En la majoria dels casos, actualment ja són poques les activitats de gestió de medi ambient que no estan implicades en la planificació d'un projecte i o en les etapes de disseny. Alguns departaments del govern austríac s'avalua l'impacte ambiental total associat amb la construcció del projecte, l'ús i el rebuig de materials.



## **4.2. Aspectes logístics i de gestió a Àustria**

La gestió dels residus de la construcció és de creixent interès, tant per a la construcció i gestió de residus com pel què fa el consum de material, ja que segueix augmentant, i per tant els tipus de materials de construcció estan canviant constantment. A causa del creixement continuat de l'activitat de la construcció i la llarga vida de l'edifici, la qüestió dels moviments de residus futurs preocupa, i hi ha una discrepància qualitativa i quantitativa entre els materials de construcció utilitzats i la sortida real dels residus de la construcció.

Aquest progrés continu de a reutilització i el reciclatge dels components principals de les estructures residencials i comercials es pot dir ja que es tradueix en el nou futur. Els beneficis de la reutilització i el reciclatge dels fluxos de residus de construcció i demolició inclouen la desviació dels materials de rebuig procedents dels abocadors i l'esgotament de la reducció dels recursos naturals. Tots dos beneficis contribueixen al desenvolupament sostenible dins de la indústria de construcció. El ritme d'avanç no és fàcil de quantificar, a causa d'una falta d'informació fiable, però en alguns països com Àustria la pràctica n'és molt comuna.

Una bona manipulació dels residus de la construcció i una bona logística són aspectes claus per el bon funcionament dels residus en el país.

Primerament cal obtenir un element que pugui protegir de la intempèrie els contenidors. Les grans empreses de gestió de residus sovint tenen un nombre limitat d'alguns contenidors amb la part superior "roll-off", és a dir que es pot tancar. Aquests són ideals per minimitzar la contaminació d'obres de construcció d'habitatges entre d'altres, així com per evitar l'augment de la humitat dels panells de guix, fusta i cartró. I és essencial una bona ubicació d'aquests.

Cal establir una bona relació de treball amb l'administrador del lloc. Encara que el permís per fer una avaluació de residus de la construcció s'obtenen generalment a l'oficina administrativa d'un constructor, és l'administrador del lloc, el que determina l'èxit de l'avaluació. Clarificar els objectius i les responsabilitats de l'avaluació amb l'administrador del lloc és necessària per assolir aquests objectius. La informació o no als subcontractistes del procés d'avaluació dels residus és una decisió feta per l'administrador del lloc. En alguns casos, els millors resultats s'obtenen quan tots estan ben informats de l'avaluació, en altres casos, els administradors de llocs poden decidir que alguns subcontractistes són menys propensos a canviar la seva generació de residus i els hàbits d'eliminació, si no saben res sobre la valorització de residus.

El pas més important per al reciclatge de residus de la construcció és en el lloc de la separació. El personal de construcció ha de saber i per tant fer-ne ús, de les entrades en la política de classificació de materials. Així com els contenidors també han de ser controlats periòdicament (recomanat dues vegades per setmana) per evitar que els residus es barregin i els materials de rebuig puguin ser enviats a empreses que reciclen residus de la construcció i per verificar que els residus al contenidor es corresponen amb l'activitat del lloc de treball, és a dir, que tots els residus són del lloc designat.

El públic, les empreses, desenvolupadors, contractistes, arquitectes i enginyers han de ser educats sobre com minimitzar els residus i la importància de reciclar els residus de la

construcció. Les autoritats tenen un paper fonamental per a la introducció d'una legislació adequada, fer complir les lleis i processar als culpables que no segueixin la llei. Amb les expansions de les zones urbanes, totes les parts pertinents han de garantir que els residus es redueix al mínim per tal de dirigir la indústria de la construcció en la direcció correcta.

Un cop els residus s'aboquin al lloc indicat, els materials es lliuraran separats en piles o contenidors. La proximitat de la zona de classificació a i el lloc de disposició final determinen en gran mesura el temps.

Mantenir un registre de les dades específiques o la grandària dels materials poden ser útils més endavant per identificar pròxims processos. Al finalitzar una obra cal fer una avaluació dels residus generats, d'aquesta manera també els treballadors són més conscients de la seva generació i si és necessari poden modificar la seva tècnica de construcció normal.

#### **4.2.1. Emmagatzematge dels residus de la construcció i demolició**

L'àrea d'emmagatzematge molts casos no solen estar adequadament organitzades ja que el material es guarda en llocs diferents. El material pot ser exposat a condicions humides i llocs inadequats, així com a que les màquines i vehicles passin i puguin danyar el material.

Atès que aquests residus són pesats, el seu cost de transport per tant es pot reduir en certa mesura si la distància és inferior a transportar.

Per això aquests residus s'emmagatzemen millor en la font, és a dir, al punt de generació. Si estan repartits per tot arreu o llançats en el camí, no només causa una obstrucció al trànsit, sinó que també sumen a la càrrega de treball de l'entitat local. Es poden compilar un seguit de mesures que s'han de complir a l'hora d'una obra civil al país:

- Tots els residus de la construcció/demolició han de ser emmagatzemats en el mateix lloc. Normalment s'estableix una simple pantalla perquè els residus no es dispersin per tot el sòl i ens converteixi en una monstruositat.
- Hi ha d'haver una vigilància i protecció dels materials. Un mal ús d'aquests pot comportar problemes en la gestió material. Sobretot controlar les exposicions i els danys causats per aigua, vent o sequedat (la molta exposició als raigs de sol també pot danyar). Però aquest problema ha de ser resolt en la fase primerenca, fins i tot abans d'adquirir el lloc.
- S'ha d'intentar mantenir els residus segregats en diferents munts a mesura del possible amb l'etiqueta i la direcció apropiada.
- Els materials, que poden ser reutilitzats en el mateix lloc amb el propòsit de la construcció, anivellament, construcció de carreteres/paviment, etc. també cal tenir-los en munts separats d'aquells que són per ser venuts o dipositats en abocadors.

- El cos local de neteja o una empresa privada pot fer arranjaments per a proporcionar el nombre adequat de contenidors/carros de lloguer i estacionar-se en el lloc. Generalment es munten i es retiren amb els tractors aixecadors.
- Cada vegada que un nou sistema simplificat s'introdueix en un municipi, l'organisme local pot considerar l'ús dels seus vehicles antics, en especial, els tractors i els remolcs o camions o bolquets d'edat per a aquest propòsit.
- Per als projectes grans que involucren la construcció de ponts, passos elevats, subterranis, etc., s'ha de fer una comissió especial per a l'emmagatzematge de material de rebuig. D'acord amb la capacitat d'emmagatzematge s'ha de planificar el moviment dels residus. En cas contrari, donaria lloc a la restricció d'ocupació.
- Aquest tema és sovint descuidat en cas de reparació/manteniment de carreteres, canonades d'aigua subterrània, telèfon i cables elèctrics, etc. Anys anteriors no era estrany veure que després d'una obra, els residus es mantenen apilades durant mesos a les carreteres o voreres. Els departaments i els contractistes han de coordinar amb el municipi per a l'eliminació de les deixalles generades o seran degudament sancionats.
- Immediatament després del treball, el camí/lloc ha de ser reparat i retornat a la seva forma normal.
- Depenent de la grandària de la vora hi haurà elevadors hidràulics per tal de recollir-los (sistema eficient i ràpid) o bé si la obra és petita es poden utilitzar màquines de càrrega i descàrrega com ara dúmpers.

### **4.3. Gestió del medi ambient i riscos**

A causa de l'àmplia gamma de materials utilitzats per a la construcció, la possibilitat de contaminants perillosos ha de ser considerada en els processos de reciclatge, donant especial èmfasi a la lixiviació de substàncies perilloses.

La taula següent mostra les possibles potencialitats d'elements perillosos en els residus de construcció i demolició i que l'impacte que podrien tenir sobre el medi ambient. En general, aquestes substàncies perilloses han de ser prohibides tant com sigui possible per als materials destinats a ser utilitzats com a agregats.

Product / material	Potentially hazardous component(s)	Potentially hazardous properties
Concrete additives	Hydrocarbon solvents	Flammable
Damp proof materials	Solvents, bitumen	Flammable, toxic
Adhesives	Solvents, isocyanides	Flammable, toxic, irritant
Mastics / sealants	Solvents, bitumen	Flammable, toxic
Road surfacing	Tar based emulsions	Toxic
Asbestos	Respirable fibre	Toxic, carcinogenic
Mineral fibres	Respirable fibre	Skin & lung irritants
Treated timber	Copper, arsenic, chrome, tar, pesticides, fungicides	Toxic, ecotoxic, flammable
Fire resistant wasting	Halogenated compounds	Ecotoxic
Paint and coatings	Lead, chromium, vanadium, solvents	Toxic, flammable
Power transfer equipment	PCBs	Ecotoxic
Lighting	Sodium, Mercury, PCBs	Toxic, ecotoxic
Air conditioning systems	CFCs	Ozone depletes
Fire fighting systems	CFCs	Ozone depletes
Contaminated building fabric (including contamination due to previous use)	Radionuclides	Toxic
	Heavy metals including cadmium and mercury	Toxic
	Biohazards (anthrax) <sup>69</sup>	Toxic
Animal product <sup>69</sup>	Biohazards (anthrax) <sup>69</sup>	Toxic
Gas cylinders	Propane, butane, acetylene	Flammable
Resins/ fillers, Precursors	Isocyanides, anhydride	Toxic, irritant
Oils and fuels	Hydrocarbons	Ecotoxic, flammable
Plasterboard	Source of hydrogen sulphides	Flammable, toxic
Road planings	Tar, asphalt, solvents	Flammable, toxic
Sub base (ash / clinker)	Heavy metals including cadmium and mercury	Toxic

Taula 5: Llistat de materials perillosos en funció de la llista europea.

La quantitat de substàncies perilloses pot semblar relativament petita en comparació amb el volum total del flux de deixalles. Però no obstant això, s'han de prendre precaucions especials a adoptar per al seu maneig, ja que la seva presència pot contaminar tot el flux de residus i causar problemes en la recuperació o eliminació.

Un fet molt important és el control de qualitat. A Àustria on els àrids reciclats són àmpliament utilitzats, un dels obstacles més grans al principi de la seva acceptació, era que els compradors tenien dubtes sobre la seva qualitat i consistència, però això ha anat variant amb el temps i en gran part gràcies a l'existència de normes específiques per a materials reciclats.

## CAPÍTOL 5

### MINIMITZACIÓ DELS RCD I TÈCNiques D'ÚS APLICADES

#### 5.1. Minimització dels RCD

La majoria dels materials classificats com a residus en les obres de construcció no són realment residus, ja que són recursos valuosos que poden ser reutilitzats, que es descomponen i són reconstruïts en nous productes. El preu de la majoria dels materials de construcció seguirà augmentant a causa d'una disminució constant en els materials verges que han d'afavorir el desenvolupament i la implementació d'opcions alternatives d'eliminació de residus.

L'objectiu de la minimització dels residus és reduir la quantitat de materials que es consumeixen en la fi de reduir els efectes adversos d'aquest tipus de residus que tenen sobre el medi ambient. La filosofia és que “un menor nombre de materials donarà lloc a una reducció en la generació de residus.”

Per això, es vol fer un incís en el concepte anomenat “4R”: reducció, reutilització, reciclatge i residus valoritzats. La llei Federal d'Àustria ha aplicat aquesta estratègia, ja que es d'obligat complir una recollida selectiva i un reciclatge bastant sistemàtic en tot el país.

Com s'ha comentat anteriorment, l'actual taxa de reciclatge en general a la ciutat de Viena (capital del país) és del 75% i aquesta xifra podria anar en augment amb la optimització del sistema de recollida especialment de residus orgànics i plàstics.

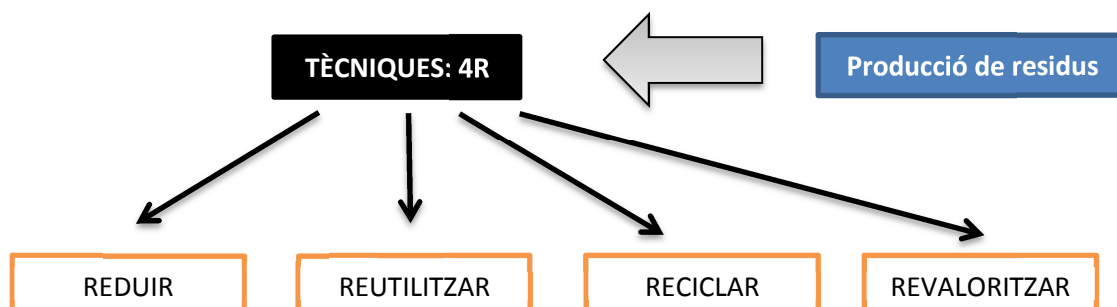


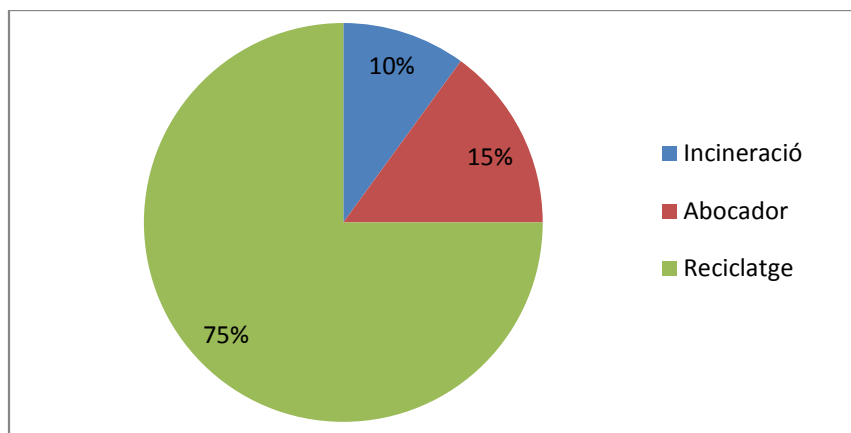
Figura 5: Esquema de les 4R.

Una tècnica de recuperació és un procés de generació d'energia a partir de materials de rebuig que no poden ser reduïts, reutilitzats o reciclats. La part responsable en aquesta etapa és el contractista també ja que es poden aplicar diverses tècniques de recuperació de residus, com ara la fabricació de briquetes, la incineració, la piròlisi, la gasificació i la biodigestió. La recuperació de residus es recomana que es faci també pensant en una conservació dels recursos naturals.

És a dir que en ordre de preferència hi ha:

1. Prevenció /Reducció → La prevenció de residus a la font de generació a través de fomentar un ús eficient dels recursos primaris, les innovacions de processos, la millora de les instal·lacions tècniques, etc.
2. Reutilització/Reciclatge →
  - a) Reduir l'ús de matèries primeres i energia mitjançant la reutilització dels materials després del seu ús inicial, sense modificació física o química (rentat i l'ús d'ampolles de nou).
  - b) Material de recuperació de residus que no poden ser reutilitzats a través de la transformació a la matèria primera secundària (necessita modificació física o química). Els residus es considera com una font de material (ferralla, paper i cartró, residus de vidre, etc.)
3. Disposició final òptima →
  - c) La incineració de residus que no poden ser reutilitzats o reciclats amb el sistema de recuperació d'energia (electricitat o la generació de calor) o sense recuperació d'energia (el tractament d'alguns de peril·losos).
  - d) El dipòsit en abocadors és l'opció menys favorable on no es pot recuperar cap valor.

El següent gràfic mostra els diferents ratis de tractament en dates de l'any 2010:



*Figura 6: Ratis de tractaments a la ciutat de Viena.*

## **5.2. La reducció**

El millor enfocament per gestionar els residus de la construcció és una minimització de la font abans que sigui un problema físic. És per això que en el país es potencia una reducció a l'origen, ja que es veu implementat en gairebé tota la fase de projecte des del treball inicial. Per tant hi ha una gran planificació adequada a cada projecte per tal que hi hagi una reducció precisa dels materials utilitzats en el lloc i com a conseqüència poder reduir la producció de residus.

Cal dir que aquesta estratègia de reducció no pot ser aplicada als projectes de demolició perquè no hi ha nous productes que s'estiguin introduint.

La raó per evitar la generació de residus des del principi és el de reduir la quantitat de residus que han de ser gestionats en el futur. Les estratègies principals emprades per aplicar aquest concepte s'inclouen les següents:

- Redissenyar-renovar els productes per augmentar la vida útil de manera que el producte pot ser reutilitzat contínuament i reparat fàcilment.
- Projecte de disseny de materials que corresponen a les dimensions materials estàndard de construcció.
- Precisió en la comanda de materials, a fi de no només els productes correctes, sinó també eliminar l'excés de comandes dels materials.
- Compra de productes coneguts perquè siguin de llarga durada.
- Emmagatzemar tots els materials adequadament durant l'etapa de construcció per evitar danys materials causats per les inclemències del temps.

La implementació d'aquestes estratègies de prevenció de residus donarà lloc a una disminució d'èxit en la quantitat de residus generats en els llocs del projecte, que és l'objectiu general d'aquest concepte.

## **5.3. La reutilització**

D'entre les alternatives de tractament dels residus que es generen a les obres de construcció, el moviment de materials a partir d'una aplicació a una altra, és l'opció més atractiva després de reduir-la. Aquest enfocament de gestió de residus està molt afavorit a causa de la quantitat mínima d'energia i processament de material que requereix.

L'avantatge d'aquesta opció és la d'impedir la contaminació a causa que a través d'aquest mecanisme desapareix el residu, reconvertint les tasques de demolició o desmuntat

d'edificacions existents i la recollida de restes en les unitats d'obra noves, formant part d'un nou procés de producció amb els materials que seran reutilitzats.

Les opcions de reutilització són les següents:

- Reutilització directa en la pròpia obra.
- Reutilització en altres obres.

La reutilització directa en la pròpia obra implicaria dues fases:

- Selecció prèvia de enderroc.
- Neteja prèvia del mateix.

Un cop seleccionat i net, el residu es troba en perfecte estat per a ser reutilitzat. Amb aquesta alternativa, els productes originals no són alterats en la seva forma ni en les seves propietats.

En els treballs de construcció relacionats, la reutilització dels productes es pot emprar en qualsevol tipus de projecte, sempre que es prengui prou atenció a la seva planificació. Depenent del tipus de projecte i si es dissenya apropiadament, influeix en la quantitat de materials que poden ser recuperats per a la reutilització.

Les tècniques de reutilització es defineixen com a re-ocupació de materials per a ser reutilitzats en la mateixa aplicació o en altres de qualitat inferior. El contractista té la responsabilitat de les tècniques de reutilització que s'adopten en el projecte. Materials com la fusta, moviments de terra, acer, formigó, maçoneria, rajoles, guix, materials aïllants, pintures, dissolvents i catifes pot ser rendibles tornar-los a utilitzar en l'obra.

La recuperació més alta del producte prové dels projectes de demolició ja que amb el temps suficient i una bona planificació de desconstrucció d'un edifici, són enormes volums de productes utilitzables els que es poden recuperar. Però degut a que la demolició comporta temps i els materials recuperats són relativament barats, es dona poca importància a aquesta tècnica.

La reutilització en altres obres és una alternativa igual que l'anterior des del punt de vista productiu, amb la diferència que cal transportar els materials a les obres de destinació. No obstant això, des d'un punt de vista econòmic la situació és molt diferent, arribant a presentar fins i tot inconvenients, ja que en aquest cas, la decisió sobre la nova destinació dels materials que seran reutilitzats, està vinculada a l'existència de mercats on es venguin i comprin els productes obtinguts com a residu d'altres obres.

Aquests es denominen mercats secundaris i encara que la situació difereix molt d'uns llocs a altres, són en general escassos, trobant com a màxim, mercats per a l'acer, la fusta i alguns productes específics com poden ser les teules.



## **5.4. El reciclatge**

El reciclatge implica la reelaboració d'un material mitjançant l'extracció dels recursos utilitzables. Es tracta de fer nous productes a partir de materials que abans veien com un residu.

Presenta diferències respecte la reutilització, ja que els productes originals són alterats en la seva forma original i en les seves propietats i per tant, es tracta de reutilitzar després de transformar el residu en altres productes.

A través d'aquest procés, les matèries primeres que una vegada que comprenen aquest tipus de residus es retornen de nou al mercat per al seu reprocessament. Encara que el reciclat requereix l'aportació d'energia, aquest enfocament de gestió de residus es prefereix sobre opcions com l'eliminació.

Enfront de la reutilització de RCD, el reciclatge també requereix de la instal·lació d'indústries de característiques molt singulars, que han de ser capaces de reconvertir els residus en matèries primeres per a la fabricació d'altres productes diferents. Per això cal realitzar fortes inversions amb escassa rendibilitat econòmica inicial.

A nivell europeu, i en concret Àustria un dels factors que més han influït en la potenciació del reciclatge dels RCD, ha estat l'increment del cost de l'abocament i/o la seva prohibició com a mitjà d'internalització de costos ambientals, en alguns països. Alguns centres de reciclatge disposen també de plantes de processat de fusta i de compostatge.

La fracció del residu que en aquests moments és objecte d'especial atenció com a material a ser reciclat, són les runes ja que representen al voltant del 75-80% del total dels RCD.

Cal destacar però que no obstant això, a causa del gran volum que representen el total dels RCD, les fraccions minoritàries com la fusta i el plàstic arriben als països més avançats en la gestió d'aquest tipus de residus. És a dir, el reciclatge dels RCD com àrids ha impulsat al seu torn el reciclatge d'altres materials continguts en els residus bàsics de construcció i demolició, com ara la fusta, els metalls, els plàstics etc.

Àustria recicla el 40 - 45% dels residus bàsics de construcció i demolició. I al voltant d'un 50 % del formigó, maons, teules etc.

Els factors que en aquest país han impulsat el reciclatge, resideixen en una política de gestió de residus que ha utilitzat instruments de tipus econòmic (impostos sobre l'abocament) i legals (obligació de demolir selectivament, acords voluntaris, planificació i control).

Els beneficis d'aquesta acció són recursos finits, que es produeix una reducció en la quantitat de materials verges que han de ser extrets, i fer-ne recursos utilitzables que d'altra manera haurien estat perduts.

El reciclatge, essent una de les estratègies de minimització de residus, ofereix tres beneficis:

- a. Reduir la demanda sobre els recursos nous

- b. Redueixi el consum en els costos de transport d'energia i la producció.
- c. L'ús de residus que d'una altra manera que es perd als abocadors.

Les quantitats de RCD generades, especialment, en les últimes dècades, fan necessari plantejar una gestió tendent cap al reciclatge, evitant el farciment i abocament directe. La utilització de residus com a matèries primeres és utilitzat amb èxit durant la fase de construcció i la part responsable en aquesta etapa és el contractista.

Una vegada que els materials reciclats s'han eliminat, són portats a una instal·lació de reciclatge. A planta de reciclatge que rebí els residus barrejats exempts de components perillosos, la fracció de material anomenada barreja de RCD és generalment garbellada manualment fins i tot abans que s'hagi passat per un tamís i per un separador magnètic. Així com seguit d'una separació manual per tal d'eliminar els plàstics, fusta, paper i altres residus no metàl·lics.

Després d'aquest procés, una varietat de màquines s'utilitzen per processar els residus que no només reduir la mida del material, sinó també per eliminar les impureses que existeixen. Si les impureses, com ara claus en fusta i cinta de panells de guix no es treuen, es dificulta el reciclatge del producte. Les operacions típiques RCD que estan implicades inclouen la trituració, separació magnètica, polvorització, i la detecció del material (separador d'aire que elimina la fracció lleugera com ara petites peces de paper, plàstics que s'escapen de la primera classificació).

Per al cas d'una planta que rebí la fracció neta de maons, teules, formigó armat i sense armar, la fracció de maons trencats, restes de formigó armat i sense armar són cribratges per eliminar la fracció que presenti mides compresos entre 0-45 mm (dividits al seu torn en dos subfraccions 0-4 i 4-45 mm). La fracció que presenta mides de partícula > 45 mm és conduïda a una matxucadora.

El material resultant del trituració s'envia a un separador magnètic per tal d'eliminar els metalls fèrrics abans de ser cribratges en fraccions compreses entre 0-45 i > 45 mm.

La fracció que presenta mides de partícula superiors a 45 mm és emmagatzemada per ser novament sotmesa a un trituració i la fracció compresa entre 0-45 mm és separada novament mitjançant un cribratge en subfraccions de 0-4 mm, 4-8 mm, 8 - 16 mm, 16-32 mm i 32-45 mm. Aquestes subfraccions en alguns casos són recombinants novament en funció de la demanda del mercat.

La fracció que surt de la matxucadora (0-45 mm) en lloc de ser classificada en fraccions, tal com s'acaba de descriure, pot ser sotmesa a un classificador d'aire, seguit d'un rentat, una separació magnètica i finalment una nova classificació mitjançant tamisat.

A més del reciclatge en plantes centralitzades, és molt comú en la l'ús de plantes mòbils per a la producció d'àrids secundaris a partir d'àrids demolits in situ. Aquestes plantes no són més que una de les parts de què consten els processos més complets de les plantes centralitzades, bàsicament el trituració i el sedàs del material triturat.

#### **5.4.1. RCD majoritàriament reciclables**

A continuació es presenta una sèrie de RCD, gran part dels quals, podrien ser potencialment reciclables:

- **Residus d'alumini**

Es troba en la seva major part en productes de serralleria i fusteria metàl·lica. Té una capacitat de reciclatge elevada, havent efectuar prèviament la seva separació dels productes fèrrics. A més existeix una gran demanda d'aquest producte gràcies a la importància de la seva indústria de transformació i l'àmplia gamma de productes en què s'utilitza. No obstant això, ha de prevaler la seva reutilització en la mateixa obra o en altres.

- **Residus de coure**

Es genera fonamentalment en l'execució de cobertes de coure i instal·lacions (canonades de fontaneria i cablejat elèctric). Té grans possibilitats de reciclatge per la seva gran durabilitat, la seva demanda i el seu baix cost enfront del coure d'origen natural. Si s'efectua la recollida selectiva i es pot considerar pur, la seva fosa i tractament són fàcils, mentre que els aliatges coure-ferralla necessiten un procés per eliminar les impureses.

- **Residus de llautó o bronze**

Solen ser llaunes amb què es subministren les pintures o com a elements de fusteria i serralleria (poms, ferramentes).

Igual que la resta de metalls: acers, aluminis, coures, etc., l'alternativa és el reciclatge o valorització com a ferralla.

- **Residus d'acer**

S'originen fonamentalment en la col·locació d'armadures metàl·liques en estructures, i com a residus d'envasos de llaunes en què se subministren pintures, dissolvents, etc.

En el cas dels residus provinents de les estructures de formigó armat, són de fàcil separació mitjançant mètodes electromagnètics o correcte emmagatzematge en un contenidor durant l'obra, tenint gran possibilitat de reutilització en la mateixa o en altres edificacions en cas de tenir una qualitat òptima. En cas contrari, es pot valoritzar com a ferralla. En el cas de les llaunes en què queda inevitablement restes de pintures, és convenient primer esgotar la resta de pintura a l'obra i també, no barrejades amb altres residus pel seu caràcter de perillositat, recollint en un contenidor específic.

- **Residus de ferro**

A causa de la seva durabilitat, es poden reutilitzar a la mateixa obra o no, i igualment, es poden valoritzar en plantes de reciclatge o com a ferralla, prèvia separació electromagnètica o recollida i emmagatzematge selectius.

- **Residus de plom**

Principalment es troba en canonades i cobertes. Té bona acceptació en les empreses de recuperació per al seu reciclatge i recuperació. No obstant això no s'ha de disposar el seu emmagatzemat en abocadors pels seus lixiviats contaminants.

- **Residus d'asfalt sense quitrà**

En construcció s'originen fonamentalment en la col·locació de sistemes d'impermeabilització de cobertes i murs de soterranis. Es poden reciclar com asfalt o com a massa de farciment en la pròpia obra o fora d'ella, en una central, mitjançant processos en fred o en calent. S'ha d'efectuar una recollida selectiva eficient que no deteriori el material. Per a això, cal fer un pretractament de separació d'altres materials adherits a la zona de contacte, fonamentalment restes d'aïllaments tèrmics (fibra de vidre, poliestirens ...) o capes separadors (geotèxtils, morters ...). Posteriorment s'ha d'efectuar un triturat per aconseguir una mida uniforme per a la seva utilització en altres barreges.

- **Residus d'àrids i pedres naturals**

S'originen fonamentalment en la fabricació de formigons a l'obra. Per reduir el seu consum s'aconsella utilitzar formigó triturat o mesclades bituminoses de fers reciclades. Es podria reutilitzar com a material de cobertura i farcit per modificar orografies en l'obra on es generen o en altres confrontants. Com a última opció, es disposarien en contenidors juntament amb altres residus inerts similars, com les terres, per transportar-les i dipositar en abocadors d'obres.

- **Residus de pedres, marbres i pissarres**

Les pissarres es troben en cobertes, aplacats i paviments. La seva reutilització en el cas de les cobertes és més factible si el sistema d'ancoratge és mitjançant ganxos. S'han de reutilitzar però, si tenen qualitat suficient o en el procés de fabricació de pedres artificials. Les pedres i marbres fonamentalment es troben en paviments i aplacats.

Aquests poden incorporar-se a la fabricació de graves o pedres artificials. En qualsevol cas, com a material inert pot emprar-se en farcits.

- **Residus de ceràmica**

Forma part com a component principal de productes molt utilitzats en les parets de façana i particions interiors, fonamentalment maons, rajoles, i teules. Per tant suposen una fracció dels RCD considerable.

És molt usual la retallada d'aquestes peces o el fer regates per facilitar el pas de les instal·lacions, de manera que s'aconsella condicionar un espai per al seu emmagatzematge per tal de ser reutilitzats en la mateixa obra o en altres. Si no és viable el seu reciclatge es poden emmagatzemar com enderrocs o restes d'obra al costat d'altres RCD inerts (àrids, terres, ...) podent dipositar en abocadors controlats de terres i runes.

Si són de gres, aquest també pot ser reciclat, encara que el procés és més complicat donada la seva diversitat i la seva petita quantitat.

Així, en última instància, es pot utilitzar com a material de rebliment o d'emmagatzematge en abocadors de runa controlats. Els residus de porcellana, es poden emprar com a farcit d'obres i carreteres o per a la fabricació de formigó reciclat previ triturat.

- **Residus de formigó**

És el material predominant en les fonamentacions i estructures. Es pot reciclar com a àrid per a formigó nou, però per a això, necessita estar net de residus d'obra i també de fustes, metalls i plàstics.

També es pot emprar en la modificació del paisatge en el qual es formen zones enjardinades o en obres civils disposant com a sub-bases de carreteres o rebliment de terraplens. En funció del tipus d'obra i l'ús posterior del residu, el tractament de trituració serà diferent. D'altra banda, la pols produït en l'extracció de pedres es pot utilitzar com agregat i aconseguir un aspecte petri en la fabricació de morters monocapes, per exemple.

També es podria reciclar en elements de formigó prefabricats, com bigues, pilars, biguetes, panells, lloses alveolars, canonades o peces de mobiliari urbà. En última instància es podrien dipositar en bótes al costat d'altres runes inerts i portar-los a un abocador de terres i runes.

- **Residus de guix / escaiola**

Se solen generar en la fase de revestiments: referits i lliscats. S'ha d'evitar revestir amb guix elements de formigó (pilars, murs, biguetes ...) ja que el seu contingut en sulfat inutilitza a aquests com a components d'un nou formigó. S'han d'emmagatzemar en abocadors de runa.

- **Residus d'amiant**

Tot i estar prohibit l'ús en el sector de la construcció, encara es troba formant part d'aïllaments tèrmics, en canonades de calefacció o en cobertes. La seva manipulació ha d'estar regulada per un pla de treball aprovat per l'autoritat laboral competent pel fet que és un producte cancerigen.

S'ha de dipositar en sacs amb doble capa de polipropilè per a la seva evacuació a un gestor autoritzat i posterior trasllat a un abocador de residus especials.

- **Residus de fusta**

Principalment procedeixen d'activitats d'encofrat, embalatge i transport de materials (palets) o restes de fusteries deteriorades. En el cas que portin algun tractament químic han de gestionar com un residu especial.

S'han d'eliminar els elements metàl·lics (puntetes principalment) i és convenient rebutjar les infectades per insectes per garantir la qualitat del residu.

Té diferents possibilitats de valorització, des de la reutilització, fins l'aprofitament energètic per combustió controlada.

La reutilització del residu de fusta és possible en aquelles fustes dures de qualitat i es pot emprar en la fabricació de bastides, tanques i palets. Les fustes toves, en canvi, es trituren i poden formar part del farciment de taulers de ferritja aglomerada.

- **Residus de P.V.C.**

S'originen en la instal·lació de canonades, làmines d'impermeabilització de cobertes i fusteries. En general, s'ha d'emmagatzemar en contenidors especials per al seu trasllat a gestors autoritzats.

El seu reciclatge és difícil, i normalment es destina a la fabricació de revestiments de sòls d'indústries i garatges i per protegir el cablejat elèctric. Si no es pogués gestionar així, s'ha de dipositar en abocadors especials.

- **Residus de policarbonat, polietilè, poliestirè, poliuretà ...**

Se solen generar en forma de residus d'envasos en la construcció d'obres de nova planta. Per tant en els enderroc i obres de demolició penes es generen. Els plàstics d'embalatges es poden reciclar fàcilment.

Com es generen en el lloc de recollida i subministrament de productes, el mateix proveïdor del material pot recollir-los i reutilitzar-los. No obstant això existeixen altres plàstics el reciclat és molt complex, existint com a possibilitat última la valorització energètica i l'abocador de sobrants especials.

En general, els plàstics de construcció no són reciclats per estar molt degradats i contaminats. Per això seria convenient disposar a l'obra una cuba específica per poder retirar aquests i fer més viable la seva valorització.

- **Residus de vidre**

En obra de nova planta amb prou feines es genera, si de cas trencament de vidres o modelats per una manipulació incorrecta.

En qualsevol cas podria segregar en un contenidor de vidre amb destinació a un gestor final, on els residus i restes poden ser reciclats per fusió simple, el que requereix un emmagatzematge selectiu previ.

- **Residus de cautxú**

En el sector de la construcció no se sol generar aquest residu, excepte en alguns productes segelladors, com a material d'impermeabilització (làmines de EPDM, terpolímer d'elastòmer propilè diè monòmer) com paviments lleugers, etc.).

Es poden recuperar en plantes de reciclatge com pneumàtics, para-xocs d'automòbils, aïllants de la calor i del soroll, etc. Fonamentalment se solen recuperar en el procés de fabricació de fers de carreteres.

- **Residus de fibres minerals**

Són principalment la fibra de vidre que s'utilitza en accessoris i canonades de sanejaments, caldereria i com a aïllant.

Les fibres són irritants per la pell, ulls i mucoses per la qual cosa s'han de prendre precaucions en col·locar i manipular-les.

Es pot efectuar la seva recollida i emmagatzematge selectius per traslladar-los posteriorment a un gestor de residus autoritzat.

- **Zinc**

És un metall considerat com perillós, per la qual cosa s'ha d'efectuar l'emmagatzematge selectiu i gestió per part de o gestor autoritzat.

Finalment, respecte al reciclatge, malgrat l'existència de plantes recicladores i el potencial de diferents residus per ser reciclats, és important assenyalar que el reciclatge dels RCD presenta certs inconvenients com són:

El reciclatge de materials és un procés exhaustiu pel fet que els recursos que es recullen no només han de ser d'alta qualitat, sinó que han de ser relativament nets. És per això, que tal com s'ha mencionat anteriorment és importantíssim una bona selecció en el lloc de la font.

#### **5.4.2. Separació a l'origen**

En general, els residus es classifiquen com procedents de projectes residencials o no residencials. En quant a la quantitat total de pes, les activitats residencials representen el 43% dels residus RCD, mentre que el restant 57% és de la no-residencials. (segons el Consell d'Àustria al 2010). Amb la nova construcció, els residus generats són típicament una barreja de qualsevol dels nous materials no utilitzats o danyats. En canvi, els residus generats en llocs de demolició solen ser una barreja dels components de la construcció grans com la fusta, claus de metall, maons, formigó, i així successivament i és vist com a mixts i contaminats (pintures i adhesius).

Aquesta diferència en els tipus de residus i les quantitats de residus influeix en com es gestiona els RCD. La composició d'aquests varia considerablement depenent dels recursos locals i les activitats del lloc.

La separació de residus a l'origen és un mètode que ha demostrat ser valuós, tot i que anteriorment aquest procés no era massa acceptat degut al temps extra que es necessitava per portar-lo a terme, així com la necessitat de contenidors de residus afegits en el lloc.

No obstant això, el temps ha portat millores amb aquest enfocament i s'ha demostrat que es pot realitzar sense cap cost afegit, i amb el temps de treball necessari. D'altra banda, la

necessitat de contenidors addicionals al lloc dependrà de quin enfocament de separació es vulgui donar.

Un dels factors més influents pel que fa a la separació en origen són les persones responsables de la gestió de residus en el lloc. Quan un projecte està programat per a la construcció o renovació, els contractes es creen i es signen entre l'administrador i tots els subcontractistes que participen. En general, com a part del contracte, la manipulació i eliminació de residus és responsabilitat dels subcontractistes, però, això no és sempre així.

Els aspectes fonamentals de la separació en origen són que cada un dels materials reciclables han d'estar separats, ja que es generen i es col·loquen en el contenidor adequat. L'aspecte important d'aquest punt és que t'adaptes a la fase treball, tenint els recipients prop.

Algunes regles addicionals de la separació en origen per treballar sense problemes són:

- Mantenir els contenidors el mínim possible en el lloc. Aquests ocupen espai, i tenir-los junts a vegades pot provocar confusió. En general, i evidentment en funció de la grandària de la construcció, l'objectiu és tenir en el lloc, un contenidor mixt i un o dos recipients addicionals per als residus específics que es van generant durant el procés de cada de treball.
- La disposició del lloc i l'accés també juguen un paper en la selecció del contenidor. És a dir, que un recipient de fusta, per exemple, típicament tindrà 30 o 40 metres cúbics, el doble possiblement que un de canonades, cable i ferralla. O per exemple el de formigó possiblement el tindrà limitat pel pes a transportar en la carretera.

#### **5.4.3. L'anàlisi econòmic del reciclatge**

Es poden identificar tres nivells de tecnologia de reciclatge, cadascun dels quals genera costos diversos respecte la gestió dels residus.

a) Nivell 1: És el nivell de cost més baix corresponen a la tecnologia més simple (en el lloc amb la classificació de trituració mecànica). Aquest tipus de trituradora mòbil el cost de la seva eliminació en abocadors és molt baixa i les matèries primeres són barates.

b) Nivell 2: Les tecnologies més elaborades permeten agregats reciclats de millor qualitat que es produeixen a un cost de processament relativament baix addicional. Aquestes tecnologies ordenar alguns dels residus per tal de separar certs components indesitjables.

c) Nivell 3: La tercera, més sofisticada, el nivell tecnològic permet als complexos, de vegades manual, sistemes de classificació que es crearà per tal d'obtenir els agregats de molt alta qualitat. L'anàlisi econòmica mostra que el cost relatiu de que la tecnologia és molt superior. Aquestes tecnologies només han estat desenvolupades en els països (Dinamarca, Països Baixos, Alemanya i Àustria) que han promulgat lleis que prohibeixen l'eliminació en abocadors o de càrrega molt forta per a l'eliminació d'aquests.



En el cas d'Àustria ens trobem en el nivell 3, per tan un bon nivell de reciclatge i que garanteix uns residus reciclats de bona qualitat.

En termes de competència entre els agregats principals i els reciclats, tenim que un factor essencial és la competitivitat de la indústria del reciclatge. Els àrids reciclats procedents de residus de formigó i maó, constitueixen una font important de reciclatge dins del corrent de residus de construcció i demolició. Es poden usar com a substituïts dels agregats naturals en vials o en la fabricació de formigó.

L'anàlisi econòmica va mostrar en primer lloc que la demanda d'àrids és molt més gran que l'oferta potencial de àrids reciclats. En part, però perquè aquests no han hagut d'enfrontar tantes barreres.

El cost de transport és un factor important en l'economia de reciclatge, es considera que més enllà d'un límit de 25 km, el retorn econòmic sobre el reciclatge sembla ser molt difícil d'aconseguir.

#### **5.4.4. Beneficis ambientals**

A continuació es mostren una sèrie de beneficis que es poden esperar en l'ús d'àrids reciclats enlloc dels agregats naturals:

- Estalvi de recursos naturals: a l'Estat d'Àustria hi ha una política amb la intenció de limitar l'explotació de certes zones i de preservar-les per a les generacions futures.
- La reducció de la demanda de capacitat d'abocadors: la recuperació de la construcció i demolició condueix a una reducció en l'eliminació de residus.
- La reducció dels efectes nocius de transport: els residus que es recuperen es troben en les zones urbanes que són també les zones de consum més importants. Les pedreres normalment es troben situades fora dels centres de les àrees urbanes. Per tant, el consum d'àrids reciclats condueix a una significativa reducció en el transport i per tant en els efectes nocius corresponents.

#### **5.4.5. Processos aplicats**

Depenent de la naturalesa dels residus de la construcció i demolició i de la separació i classificació dels processos realitzats en el conjunt de deixalles, els materials es poden utilitzar directament o bé prèviament transformats en instal·lacions especials. Fusta, paper, vidre, plàstics, metalls i altres fraccions no minerals són separades dels residus de la construcció i han de ser reciclats d'una forma adequada.

La fracció mineral dels residus de construcció i demolició que contenen principalment formigó, maons, teules, ceràmica, etc. poden ser processats:

- En el lloc de la construcció.
- Fora del lloc, en una instal·lació de reciclatge.
- Com a part del procés de fabricació.

Els següents processos s'apliquen per permetre la recuperació addicional de la construcció i demolició:

- o La demolició prèvia adequada.
- o Inspecció i control (pesada, el control visual, l'anàlisi).
- o Processos de classificació i separació (selecció manual o automàtica, la detecció, cribratge, separador de metalls).
- o Trituració (molins, trituradores).
- o Rentat (neteja, l'eliminació dels contraris).
- o Classificació i control de qualitat (en cas de baixa qualitat, el reprocessament és possible).

En general, els processos s'apliquen per residus de CiD barrejats i per a les fraccions ja separades de formigó, asphalt, pedres, etc. i, a excepció del demolició en si, els processos es poden dur a terme en instal·lacions de tractament mòbils o fixos en el lloc o en un altre lloc.

## **5.5. L'eliminació**

Com a última alternativa al destí final dels RCD, ha de ser l'eliminació a l'abocador.

De totes les opcions, aquesta és la que representa un impacte més gran, i més quan els residus no es troben classificats. A més, l'abocament quan és controlat, és una alternativa que només proporciona despeses, pel que ha de ser l'últim recurs en el tractament integral dels residus.

Predominantment els residus de construcció i demolició són inerts (no creen contaminació química o bioquímica). Per tant l'esforç màxim ha de ser en reutilitzar i reciclar com s'ha comentat anteriorment.

Poden distingir doncs, dos tipus d'abocaments:

- 1) Els abocaments controlats que eviten els efectes contaminants.

Aquests es realitzen en dipòsits habilitats a aquest efecte, de manera que es garanteixi el següent:

- Impermeabilitat del sòl.
- Allunyament de corrents subterranis d'aigua.

- Recollida i tractament dels llixiviats abans de ser abocats a les lleres naturals.
- Enterrament i cobriment regular de les escombraries.
- Evacuació correcta del metà produït per la fermentació de les escombraries, per evitar que es produeixin incendis o explosions.

2) Els abocaments incontrolats que no els eviten i que ocasionen els següents problemes:

- No existeix control de la quantitat ni de la qualitat dels residus abocats.
- No es fan separacions de RCD per la qual cosa es perden materials molt aprofitables.
- Es produeix un amuntegament de residus que arriba a ser molt voluminós i serveix de refugi per rosegadors i altres animals.
- S'emeten olors desagradables i fums pel fet que es cala foc als residus per recuperar els metalls.
- Degradació del paisatge.

Les taxes d'eliminació varien en rangs amplis en tota la Unió Europea, per tenir una idea general europea, a Àustria els índexs de disposició és del 10 % mentre que el més baixos són als Països Baixos i Dinamarca amb un 3 i 5% respectivament. Menys del 20% dels residus de construcció i demolició són eliminats també a Bèlgica, Alemanya i Polònia. Mentre que Irlanda, Finlàndia i Luxemburg tenen els majors índexs d'eliminació, aproximadament a un 50%.

Els residus restants que no pot ser desviats per la seva reducció o reutilització s'enfronten dues opcions, que són: incineració o abocador. No només hi ha alts impactes ambientals associats a aquestes dues opcions d'eliminació, sinó també la pèrdua permanent de matèries primeres. (Peng et al, 1995). La següent secció aborda aquestes dues opcions de disposició final per tal de comprendre els beneficis i limitacions de cada un.

### **5.5.1. Incineració**

La incineració és el procés de reducció de residus a través de la combustió. Amb aquesta opció d'eliminació d'energia pot ser extreta a través de la crema de residus.

Els avantatges de la incineració són:

- 1) L'eliminació i la captura d'energia dels residus.
- 2) Reducció dràstica i immediata en el volum de residus.
- 3) Creació de cendra que es converteix en un quantitat mínima.
- 4) Espai necessari per a la construcció i operació de plantes.
- 5) Eliminació d'una varietat de formes de residus (pasta sòlida, fang, suspensió aquosa, líquid i gas).

Malgrat aquests beneficis, existeixen una sèrie de problemes. Aquests inclouen el cos elevat, la necessitat dels operadors especialitzats, la creació de subproductes tòxics, la pèrdua constant de recursos i l'energia necessària i restriccions.

Fins i tot amb els controls adequats en el lloc, l'alliberament de diversos gasos àcids se segueix produint. Per tant, el tipus d'incineradores utilitzades no només influeix el tipus de residus a cremar, sinó que també té un paper important en la quantitat i el tipus d'emissions alliberades.

El paper que juga la incineració de residus de la construcció és encara una part més restringida. Aquests són extremadament difícil per a incinerar a causa dels diversos materials que el componen. El fet que els sòls i els metalls són alguns dels materials de rebuig que s'han de tractar fa que la incineració per aquest tipus de residus sigui pràcticament una opció inviable.

### **5.5.2. Abocador**

L'abocament de residus no només és el mètode més antic disposició de residus, sinó també és l'enfocament de gestió més usat. Aquesta opció implica l'eliminació dels rebuigs dels residus sòlids en els sòls de la superfície de la terra. En els abocadors es veu afavorida les diferents opcions d'eliminació de deixalles, com ara l'abocament al mar i/o incineració, per la gran varietat de residus que poden ser acceptats, la simplicitat en el disseny de l'abocador i el mínim cost associat a la construcció d'instal·lacions.

Tot i que és un dels mètodes d'eliminació més acceptable públicament, hi ha una sèrie d'inconvenients. L'abocament ha estat identificat amb els més alts impactes ambientals en comparació amb qualsevol altre opció d'eliminació de residus.

Primerament, aquests problemes inclouen l'alliberament de diversos gasos a l'atmosfera, com ara metà i diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>), la contaminació de sòls i aigües subterrànies, i l'ocupació de sòl.

En segon lloc, el soroll i la contaminació per olors que es crea.

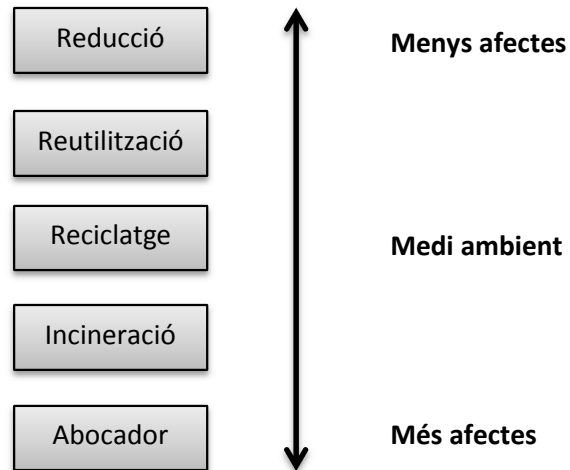
El tercer inconvenient és la incapacitat per reduir immediatament el volum de residus rebutjats. El dipòsit en abocadors es considera com només una solució temporal a la gestió de residus. Quan es tanca, no només és aquesta terra no pot ser reutilitzada de nou per l'abocament de residus, sinó que es limita a quins tipus d'activitats i la construcció es pot executar-hi. Aquesta solució per eliminació no és capaç de resoldre els problemes de la societat de residus ja que l'única solució progressista de gestió de residus que segueix és tancar un farciment sanitari per tal d'obrir un altre.

En quart lloc hi ha la dificultat de trobar un lloc adequat per portar-ho a terme.

Amb els anys, s'ha fet grans avenços al país on s'han fet grans forats de pou, revestits, amb instal·lacions modernes i que utilitzen nous tipus de tecnologies i mesures preventives per minimitzar els impactes negatius ambientals que puguin sorgir. Aquestes mesures per exemple, inclouen el revestiment de capes impermeables d'argila o de goma sota terra per

evitar la penetració de les aigües subterrànies i la contaminació, i en el lloc de recollida i tractament de lixiviats i gas.

Es resumeix en aquest esquema els aspectes preferibles de cara al medi ambient, a ser possible:



*Figura 7: Usos en funció gradual del medi ambient.*

## **CAPÍTOL 6**

### **MATERIALS I USOS APLICATS**

#### **6.1. Formigó**

L'ús d'àrids reciclats per al formigó requereix una atenció en el comportament en fresc i en l'enduriment, degut als riscos patològics de les seves reaccions internes dels alcalins agregats i reaccions amb els sulfats. El formigó d'àrids reciclats agregats es sol caracteritzar per a una relació total d'aigua/ciment més alta i per garantir la mateixa treballabilitat. Això condueix a una major permeabilitat en la superfície i en el nucli, una important absorció d'aigua i una carbonització molt ràpida. Aquest formigó també és molt susceptible a l'acció de gelades (especialment tenir-ho en compte en Àustria on els hiverns solen ser amb temperatures molt baixes). La durabilitat pot ser millorada a través de la composició granular, amb la pre-humidificació dels agregats i amb diversos tipus de ciment.

Això són aspectes a tenir en compte però un formigó d'àrids reciclats presenta la mateixa homogeneïtat i un augment de les resistències mecàniques com les que s'utilitza amb agregats naturals (d'acord amb la "relació aigua/ciment" utilitzada).

##### **6.1.1. Les tècniques del reciclatge**

L'elecció del procés és entre dins o fora de la instal·lació. L'opció de decidir on es fa la trituració i classificació és complexa i depèn de molts factors, incloent:

- i. La disponibilitat (i propietat) de diferents màquines.
- ii. La qualitat dels agregats requerits en el lloc de demolició en si.
- iii. El temps i l'espai disponible al lloc de la demolició.
- iv. Les distàncies de transport entre el lloc, la més propera disponible el tractament fixa el lloc de processament i l'eliminació i altres llocs.

En la pràctica, a efectes nacionals i locals, el mercat tendeix a la pràctica de concessió de llicències. Quan la trituració dels residus es fa a fora de les instal·lacions, aquests són menys probable que es tornin a utilitzar al lloc original.

Per tal de veure alguns factors associats a aquesta decisió es descriu:

- *Avantatges de la trituració i classificació en el lloc:*
  - Menys manipulacions dels materials i menys costos de transport.
  - Costos baixos de la maquinària.
  - Menys transport de materials (si és reciclen materials poden ser utilitzats al lloc).
- *Desavantatges de la trituració i la classificació en el lloc:*
  - Conflictes entre les operadores del lloc i l'espai dels materials i maquinària.
  - Alts costos de maquinària d'explotació (per tona de residus).
  - Més soroll i molèsties per la pols.
- *Avantatges de la trituració i classificació fora del lloc:*
  - Més fàcil de reduir i/o mitigar els impactes ambientals adversos en les àrees properes.
  - Més pràctic d'utilitzar. Una gamma més àmplia dels equips amb major capacitat.
  - Menys costos d'operació de maquinària per tona de RCD.
  - Més fàcil controlar la qualitat dels materials reciclats.
  - Comercialització de materials reciclats més fàcil.
- *Desavantatges de la trituració i classificació fora del lloc:*
  - Control adequat del procés de demolició essencial (per evitar l'arribada de materials de qualitat desconeguts).
  - Major manipulació de materials i costos de transport.
  - Alts costos de la maquinària.



*Figura 8: Planta de tractament de residus a Viena.*

Ja sigui a un lloc o altre, la majoria dels centres de reciclatge proporcionen tres rangs de qualificació de mida de gra, que són: 0-16 mm, 16-32 mm i 32-80 mm. Aquest material és barat s'utilitza sobretot en formigó d'aïllament i prefabricats.

Avui dia, el mercat ofereix un gran nombre d'equips i una àmplia gamma de possibles solucions tècniques que poden aplicar-se al reciclatge de construcció i demolició, des de simples trituradores mòbils fins a centres de reciclatge fixes i capaços de fer front a tota la gamma de residus. És preferible en tot cas el reciclatge in situ amb màquines mòbils ((la prevenció selectiva del tractament en el lloc de generació).

Les trituradores i les pantalles utilitzades a Àustria es fabriquen al propi país. Tenen una capacitat de prop de 100 tones per hora. La varietat d'aquestes varia bàsicament entre trituradores de mandíbula, d'impacte, de martell, de corrons, de con, d'eix vertical.

A continuació s'explicarà breument cada procés i com es porta a terme:

#### **Demolició:**

El més comú en aquests processos, sobretot en paviments de formigó, són els martells hidràulics muntats en una excavadora o retroexcavadora.

#### **Cribat (screening):**

És el procés que separa els materials en fraccions de diferents mides. El material retingut a la pantalla es diu de grans dimensions, i material que passa a través de la pantalla s'anomena de grandària inferior.

Es poden utilitzar equips de control per eliminar la contaminació, els materials de grans inadequats per al seu posterior processament o per produir tipus específics d'agregat. Les pantalles poden ser muntades en les cobertes, o col·locades en sèrie, de manera que la fracció de mida inferior passi per la primera pantalla i siguin tamitzades per eliminar les partícules més petites.

Les pantalles poden estar fetes de malla, barres, o dels forats perforats en plaques. Aquestes es bloquegen i requereixen una neteja i un manteniment.

#### **Trituradora (crushing)**

El triturat és el trencament o trituració per mitjans mecànics de roques, pedres o materials reciclats per a un ús directe o el seu posterior processament. El principal objectiu de l'aixafament és reduir el material a un rang de mida especificat.

Les trituradores utilitzen un rotor d'alta velocitat dins d'un recipient on hi ha quatre o sis plaques de martell que trenquen el material contra el conjunt de les plaques frontals. El 'tall'



d'acció és podria compara per la seva semblança a una talladora de gespa convencional. El desgast de les plaques varia d'acord amb la duresa del material que s'està processant.

Una de les cares de la mandíbula es mou en relació amb els altres, i produeix l'acció de "mastegar" que tritura el material cada vegada més petit en quan s'apropa a l'extrem més estret. El material entra per l'extrem ample (la part superior), cau per l'extrem estret.

L'extrem estret es pot establir en un rang d'obertures estàndards per determinar la naturalesa que li volem donar al material.

La diferència entre una trituradora "d'impacte" o una de "mandíbula" és que la primera produeix un conjunt més definit amb un agregat de mides menor i no són recomanables per a materials molt durs, com alguns formigons reforçats (perquè són molt durs) però generalment tenen un rendiment major.

### **Imants**

Els imants són usats per eliminar els materials ferrosos, això es fa per: evitar danys a la planta, recuperar materials valuosos i millorar la qualitat del producte. Hi ha tres tipus generals d'imants: permanents, a la banda i al tambor.

### **Classificació manual**

Selecció manual pot ser necessària quan el material no desitjat no és fiable o no eficientment eliminat per altres mètodes, com ara extracció magnètica o cribratge. La manera més comú per aquesta selecció és mitjançant l'ús d'una estació de recollida on la recol·lecció es fa a través de cintes transportadores configurades per permetre als operaris eliminar els elements no desitjats.

### **Transportadors**

Són màquines que s'estenen entre dos punts, un receptor i la destinació. Realitzen la transferència de material entre aquests punts, la forma més coneguda és la cinta transportadora.

### **Equip ambiental**

S'utilitza un equip per controlar la pols, el soroll i l'aigua. Hi ha una àmplia varietat d'equips per la pols, com poden ser: campanes, pantalles, ventiladors d'extracció, aigua d'extinció, etc. En quant al soroll aquest equip pot incloure deflectors, pantalles i cinturons.

Per a l'aigua s'utilitzen filtres, decantadors, bombes i tancs d'emmagatzematge.

### **L'ús del reciclatge per a carreteres i subproductes**

Un dels usos més comuns a Àustria és la reutilització del formigó per a noves capes de paviment en la construcció. El seu reciclatge implica una activitat de demolició seguida d'un procés corresponent a l'aixafament en les plantes, per tal d'obtenir un producte final que es pugui utilitzar de nou. Les consideracions presentades en les seccions següents s'apliquen també al reciclatge de formigó pobre per a capes de paviment de base, compactat amb corró de paviment de formigó i, en gran mesura, amb ciment com a material granular.

En el reciclatge in situ a les carreteres, normalment consisteix en la rehabilitació de calçades desgastades mitjançant els materials de construcció de carreteres existents i la incorporació d'una capa de materials. El procés segueix la seqüència següent:

- Els actuals materials són trencats (incloent la capa de rodadura, la base i la sub-base) i barrejats amb un passatge demolidor.
- Es barreja un aglomerant en el material polvoritzat, durant una passada addicional on també s'utilitzen aglutinants i s'afegeix aigua.
- La barreja resultant es classifica (anivellada) segons sigui necessari i és compactada utilitzant un equip convencional.
- La superfície es segella amb betum i es prepara per a la col·locació d'una nova capa de trànsit.

Abans que comenci el procés, es prenen testimonis del paviment existent per ser capaç de determinar la profunditat de tractament i el tipus i percentatge d'aglutinant. Després de la primera passada del polvoritzador rotatiu, el material sovint ha de ser retirat en fi de permetre una nova capa de trànsit. Els aglutinants utilitzats en el procés són generalment ciment, barreges de ciment i calç, cendres volants o escuma de betum.

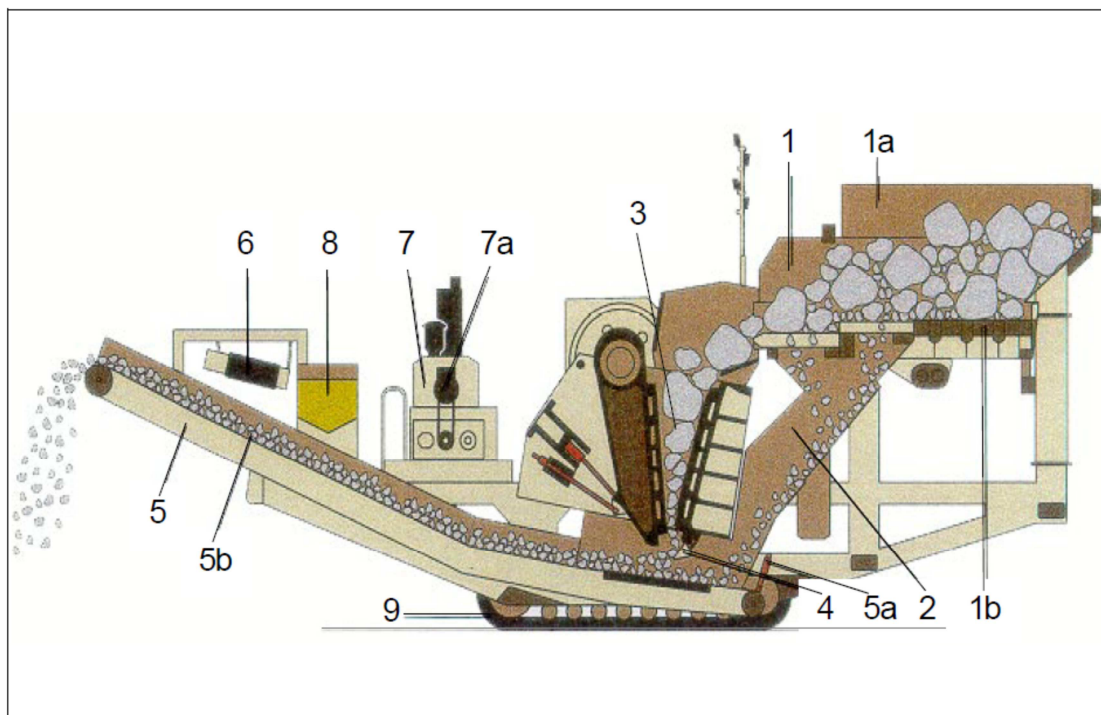
El mateix procés però no en el lloc consisteix en l'excavació i aixecament de la construcció de la carretera existent i amb els materials que es tenen de reserva, es classifiquen i es barregen amb aglutinants adequats abans de re-compactar la nova carretera. Algunes de les seves característiques són:

- La instal·lació de reciclatge es pot transportar fàcilment i es pot establir en el lloc elegit en unes poques hores.
- La planta en si és relativament sense fum, sense olor i la tranquil·litat.
- La ubicació de la planta de reciclatge es poden triar per reduir els impactes ambientals i perquè puguin ser mitigats.
- Els impactes ambientals en el lloc de la reconstrucció es pot reduir a un mínim.
- Una àmplia gamma de materials poden ser processats incloent encenalls de carretera, aixafat formigó i maçoneria.
- Els materials poden ser triturats i seleccionats per adaptar-se "sobre" una classificació determinada, abans de ser barrejat amb un aglutinant.

- Tots els materials es processen en un entorn controlable, el que resulta en la producció d'un producte de qualitat controlada.
- Materials graduats poden ser emmagatzemats fins que siguin necessaris.
- Materials enllaçats, si s'emmagatzema correctament, es pot utilitzar durant un màxim de quatre setmanes després de la producció.
- L'excavació de la carretera i la seva substitució es pot fer utilitzant mètodes convencionals planta i equip.

L'enfocament ex situ permet un major control de qualitat del material que en el reciclat in situ i un major control durant l'operació de construcció, a part que ofereix un material més consistent que ha demostrat ser millor per a superfícies de tràfic pesat.

Totes les plantes de producció d'agregats triturats d'altres fonts, són molt semblants a la tecnologia de les plantes de reciclatge de formigó. És per això que s'ha cregut convenient explicar la més usual i convencional. Totes incorporen trituradores, pantalles, equips de transferència i dispositius per a l'eliminació de matèria estranya. A continuació es mostra el dibuix amb les parts d'una planta típica de processament d'àrid reciclat de runes de formigó.



*Figura 9: Planta per al reciclatge de formigó.*

Parts il·lustrades:

1. Extensió per l'alimentació (1a), alimentació simple (1b).
2. By-pass.
3. Matxucadora de mandíbules.

4. Cinturó de protecció.
5. Cinta transportadora principal, amb controls hidràulics (5a) i reforçats (5b).
6. Separador magnètic.
7. Motor (7a), generador (7b).
8. Combustible i oli dels tancs
9. Rodes

## **Economia**

La inversió de capital en equip per produir agregats de formigó recuperat és similar a la necessària per processar agregat a partir de fonts naturals. La competitivitat d'àrid reciclat depèn del seu processament en comparació amb la de fonts naturals. Es poden treure certs conclusions dels aspectes econòmics del reciclatge de formigó:

1. Abundants i constants runes de demolició.
2. Els alts costos de dúmping de la runa de demolició.
3. Fàcil accés per als camions pesats.
4. Terres aptes industrial disponible, preferentment prop de la terra farciment sanitari.
5. La inaccessibilitat o l'escassetat, i per tant, alt cost de la sorra de bona qualitat natural i grava o pedra triturada.
6. Bon mercat per als productes.

El cost addicional per a la preparació, processament, inspecció, emmagatzematge i venda d'àrids reciclats pot donar un cost de producció més alt que l'agregat convencional.

Els càrrecs d'abocament de runes de la demolició pot marcar la diferència entre competitivitat de la pedra de concret triturat reciclat agregat i grava o natural.

Els costos de producció de runes de demolició reciclats comercial dependrà de la qualitat requerida del material produït. La menys costosa és la suma produïda per una planta mòbil en el lloc de la demolició, on només el producte destinat a ser utilitzat com a farciment o amb fins de construcció de carreteres.

## **Els incentius i les barreres**

L'economia del reciclatge de residus de formigó només és atractiu en quan el producte reciclat és competitiu amb els recursos naturals en termes de qualitat. A causa de la preocupació sobre la qualitat, els compradors poden exigir que el preu dels àrids reciclats siguin considerablement menor que la dels materials naturals.

### Qualificació dels materials reciclats

No hi ha barreres tècniques importants. La demolició i la trituració són tècniques ben conegudes i amb tecnologies existents per a la producció d'agregats formigó reciclats. No obstant això, són necessaris els canvis en el procés de demolició per tal de incloure la classificació de les deixalles desconstruïdes en el lloc.

Els contaminants que es poden trobar poden ser boles de fang, betum, juntes d'expansió, maons refractaris, guix, clorurs, fusta i altres materials orgànics, additius químics, acer i altres metalls, vidre, maons i formigó lleuger, resistit o materials danyades per incendi, productes químics industrials, substàncies reactives, formigó d'alta alúmina, ciment, etc.

Les normes suggereixen que el material reciclat de més qualitat s'utilitzi, per exemple per habitatges de poca altura en canvi, els de baixa qualitat per exemple per a fonaments.

### Recerca i desenvolupament

No hi ha barreres per falta de coneixements tècnics i d'enginyeria del reciclatge i la reutilització de l'edifici net, no contamina i els residus de formigó de demolició es demostra tècnicament. No obstant això, la recerca i el desenvolupament continua sent necessària en el tractament dels residus de construcció contaminats.


### Educació i informació

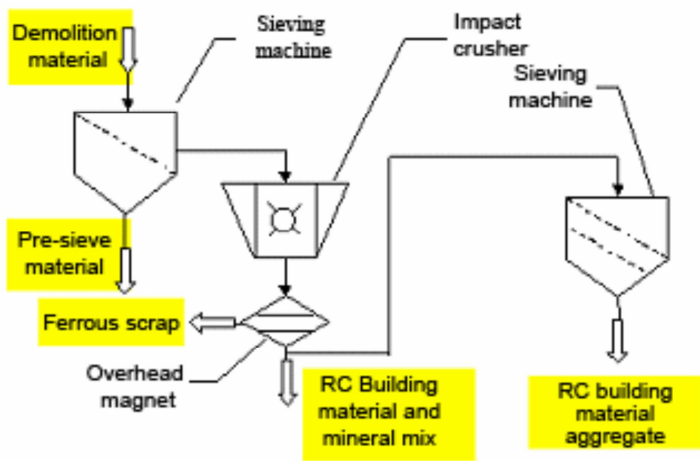
L'ús de formigó reciclat dels residus de construcció i demolició està lligada a la comprensió dels problemes, reptes i oportunitats. Per tant, l'educació i la informació dins de totes les parts de la indústria, incloent arquitectes, enginyers de disseny, prescriptors, inspectors de construcció, contractistes, propietaris d'edificis, reguladors i el públic en general, es necessita urgentment.

### Taula resum del formigó:

<b>Formigó</b>	<p>Formigó normal, és formigó armat, maons de formigó, residus de formigó.</p> <p>El formigó es produeix a partir de ciment (aglutinant), agregats, aigua i additius, quan sigui necessari. També es troba en encofrats, o en blocs i elements de formigó. En poques ocasions, els productes es veuen reforçats.</p> <p>Els productes de ciment.</p>
----------------	--





	<p><b>Formigó cel·lular</b></p> <p>Es compon de ciment Portland i sorra fina en proporcions d'aproximadament mitja i mitja. El formigó cel·lular poques vegades s'utilitza en la construcció d'edificis a causa que el seu aïllament tèrmic és relativament baix i té una baixa capacitat de càrrega.</p> <p>Els aspectes mediambientals d'aquest formigó són els mateixos que el formigó in situ.</p> <p><b>Formigó cel·lular esterilitzat</b></p> <p>Aquest es produeix per reacció de quars en pols fina (al voltant de 50% en pes) amb calç, guix i ciment. S'afegeix pols d'alumini en proporció d'aproximadament 0,1%.</p> <p>El formigó cel·lular esterilitzat és l'únic bloc comercial mineral pur amb bones propietats estructurals i d'un alt valor d'aïllament tèrmic.</p> <p>El formigó cel·lular pot ser considerat inert i lliure de problemes com els residus. Tots dos elements prefabricats i els blocs poden ser reutilitzats, depenent de la forma en què s'utilitzi el morter. El formigó cel·lular triturat es pot utilitzar com aïllant per a la construcció de carreteres, i també com a agregat en pedra arenosa de calç, morters i formigons diferents de llum de llum.</p> <p><b>Formigó amb àrids lleugers</b></p> <p>Això es produeix generalment com a blocs, pastilles o unitats de sòl de bigues, que són relativament fortes. Hi ha una diferència entre els productes que tenen una orgànica i un agregat mineral. Els minerals aïllants agregats al formigó poden ser d'argila expandida, farina de pedra tosca, fòssils i vermiculita, la perlita o l'escòria.</p> <p>Palla i serradures picades es poden utilitzar com a constituents orgànics en el formigó.</p>
<b>Origen</b>	El formigó és el material principal dels edificis amb fonaments majors, murs de contenció, parets, sostres i la construcció de pisos. També s'utilitza com a paviment a les carreteres.
<b>REUTILITZACIÓ</b>	<p>Alguns formigons poden ser reutilitzats en petits processos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Elements prefabricats.</li> <li>b) Blocs de formigó (un cop nets de morters i acabats).</li> </ul>

	
<b>Formes de captació</b>	<p>La captació de seccions prefabricades i els blocs requereixen un acurat desmantellament d'un edifici. Això pot portar molt de temps, però si els costos de les matèries d'estalvi són prou alts, val la pena. Hi ha diferents tècniques possibles, però totes han d'evitar danyar el material, per una possible reutilització.</p>
<b>Tecnologies</b>	<p>Les serres de formigó, molins, ascensors.</p>
<b>Mercat</b>	<p>El mercat de formigó reciclat es troba principalment en la construcció de carreteres, com a capes base i material de drenatge.</p> <p>Idealment, el formigó reciclat pot ser usat com a agregat en el formigó nou i alguns progressos preveuen la normalització d'aquest procés. No obstant això, són desafiaments que encara existeixen i per tant els preus de materials verges són de formigó reciclat.</p>
<b>RECICLATGE</b>	<p>El valor de formigó in-situ en termes de reciclatge és baix. Pot ser comprimit i l'agregat s'utilitza com a farcit.</p> <p><b>Base de la carretera i la construcció de farciment</b></p> <p>Pot utilitzar-se formigó triturat com a farcit de base en la construcció de carreteres. El material triturat s'utilitza en lloc de pedra de calç. Els beneficis de la reutilització com són sovint de la disponibilitat local dels dipòsits de roca calcària, com costos de transport són importants. La puresa (és a dir, presència de fusta, la brutícia, la contaminació d'un altre tipus) del material també pot ser un problema.</p> <p>El formigó triturat també pot ser utilitzat com a material de superfície de la carretera principal en carreteres sense pavimentar a les zones rurals. L'ús de concret triturat per les calçades també pot ésser una bona practica. La limitació per a aquest ús prové de la trituració del material, que hauria de ser idealment realitzat in situ per evitar la implicació de costos.</p> <p><b>Agregats al formigó</b></p>

	<p>El formigó triturat s'ha proposat per l'ús d'agregat en la fabricació de formigó nou.</p> <p>Es pot utilitzar l'addició d'aquest triturat però la qualitat no sempre respon als mateixos resultats que quan s'utilitza sorra neta o roques.</p> <p><b>Drenatge de material</b></p> <p>El formigó triturat que ha estat ben seleccionat de les partícules fines ofereix característiques similars de drenatge com la roca nova o grava. Es pot utilitzar per a aplicacions de drenatge en la construcció. Altres possibilitats inclouen sistemes de drenatge de recollida de lixiviats. El formigó triturat fa elevar el pH de l'aigua en contacte amb ell, per la qual cosa s'ha de anar amb compte si es presenta una preocupació pel que fa a la qualitat de l'aigua (és a dir, l'impacte en el subministrament d'aigua superficial o subterrània).</p>
<b>Formes de captació</b>	<p>Recuperat de llocs de demolició de formigó no processats o prefabricats, aixafat abans per la màquina excavadora o mòbils de trituració. Reducció del volum de formigó permet un menor nombre de càrregues i reduir els costos de transport.</p>
<b>Les formes de classificació</b>	<p>Exemple de procés central de la planta de classificació:</p>  <p>Trituració in situ: separació de components d'acer de forma manual i separació magnètica per la trituradora</p>
<b>Procés de reciclatge</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducció per la trituradora i es classifiquen per la grandària del nucli.</li> <li>2. L'eliminació dels metalls per imant.</li> <li>3. Formigó utilitzat com a material de farciment, el substitut de la grava, l'estabilització de materials.</li> </ol>



	<p>4. L'acer de reforç en forma de ferralla per a la producció d'acer.</p>
Tecnologies	<p>Per exemple: Trituradora de grua elevadora mòbil que produeix 80 t/h de material granular de restes d'edificis, asfalt o formigó. Complementari pre i post-classificació dels mòduls es poden integrar a un sistema de reciclatge complet. "</p>  <p><b>Pantalles enrotllables</b> Les pantalles minerals enrotllables s'utilitzen per separar en partícules per mides, les fraccions de grandària gran i petita.</p>   <p><b>Alimentadors de Wobbler o revenedors</b> L'única acció alimentador Wobbler és proporcionar l'alimentació i la revenda de materials en una sola màquina. Fins i tot els materials humits i enganxosos sovint poden ser manejats pel auto netejador.</p> <p>Aquests alimentadors operen amb baixa potència, requereixen espai i sense tensions de vibració, ni soroll, lo qual és ideal tant per a aplicacions fixes i mòbils.</p>  
Productes al mercat	

	 <p>Com a filtre o capa base, sota la superfície o entre lloses de fonamentació.</p>  <p>Paviment endurit.</p>  <p>Reforç de carreteres i camins, la capa superior solta.</p>  <p>Capa de drenatge i protecció de la paret del soterrani</p>
<p><b>Preu per unitat (si està disponible)</b></p>	<p>Exemple: Formigó Reciclat 9,90 € / t</p>
<p><b>Reglament</b></p>	<p>Abocament de residus de concret està prohibit a Àustria i la reutilització es regeix per les especificacions DIN i LAGA.</p>

Taula 6: Taula-resum per al formigó.

## **6.2. Acer i metalls no ferrosos**

La principal categoria dintre els metalls de RCD és l'acer. Aquest és un material fàcilment reciclable ja que es pot separar d'altres residus sòlids magnèticament.

En la construcció moderna del país, es busca un ús dels metalls per millorar el rendiment, la durabilitat i l'aparença. La construcció de grans plantes de muntatge industrials no serien possible sense l'ús de columnes d'acer, bigues i plaques. En els últims anys, l'acer ha estat reemplaçant gradualment la fusta com a element estructural, sobretot en la construcció d'habitatges residencials.

Una sèrie de metalls no ferrosos també han trobat una àmplia aplicació en la indústria de la construcció. L'alumini per exemple, el seu ús més habitual és per a marcs de finestres, així com el revestiment d'edificis de tot tipus. El coure, s'utilitza en el cablejat i com a component principal de les xarxes de distribució d'aigua, mentre que les canonades de plom s'utilitzen sovint en sistemes de canonades més velles. El zinc s'utilitza en acer galvanitzat, així com en els aliatges de llautó. El níquel s'utilitza en la producció d'acer inoxidable. I altres metalls no ferrosos també s'utilitzen per produir i diversos aliatges i per modificar/millorar les propietats de l'acer.

Tots aquests metalls utilitzats en la indústria de la construcció entren en el corrent de deixalles i tot i formar una part petita del total de materials residuals són dels més valuosos.

Un atribut important de metalls ferrosos i no ferrosos és que poden ser reciclats indefinidament sense cap pèrdua de les seves propietats. Les tecnologies de reciclatge de metalls estan ben desenvolupades i practicades en tot el país. El reciclatge és un factor significatiu en el subministrament de molts dels principals metalls ja que ofereix beneficis ambientals en termes d'estalvi d'energia, reducció dels volums de residus i emissions reduïdes.

### **Reciclatge de l'acer**

El processament de ferralla requereix molta menys energia que la producció de productes de ferro i d'acer a partir de mineral de ferro i material de les desviacions dels abocadors.

Els volums actuals dels residus d'acer per a CiD que es recuperen i es reciclen, segons les estadístiques de l'Institut de Reciclatge d'Acer (SRI), són del 95% per a les bigues d'acer estructurals i plaques. Per fer-nos una idea la taxa de reciclatge d'acer estructural és alt en comparació amb l'acer d'altres fonts com: llaunes d'acer (57,9%), electrodomèstics (77,3%), automòbils (91,2%).

Però només el 45% de bigues de reforç (degut a la dificultat d'eliminar les deixalles de formigó adherit a la superfície). La presència de runes de formigó pot afectar al revestiment de ceràmica i escurçar la seva vida útil. En l'aspecte econòmic, com que la indústria està comprant la ferralla de ferro i acer en pes, és comprensible que no es vulgui pagar pel pes dels residus de formigó encara unit a la barra.

És clar que mentre que les millores significatives es poden fer a la recuperació i el reciclatge de les barres, el reciclatge dels elements estructurals de la construcció és ja la més alta en la indústria de la ferralla d'acer, superior fins i tot al de la ferralla de l'automòbil.

### **Tecnologies de reciclatge**

Hi ha dos processos ben establerts per a la fabricació d'acer. El forn bàsic d'oxigen, procés que és principalment necessari per produir l'acer requerit per a envasos, carrosseries, aparells i estructures d'acer i utilitza un mínim del 25%, però no més de 30%, d'acer reciclat. El forn d'arc elèctric, procés que s'utilitza principalment per a produir perfils d'acer, com ara línies de ferrocarril i arcs de ponts. Les plaques d'acer, barres de reforç i bigues estructurals, utilitzen pràcticament el 100% d'acer reciclat.

### **Energia i estalvi de materials**

Per a la indústria de l'acer, l'ús de productes antics d'acer i altres formes de ferralla per produir acer nou, fa reduir els costs i la quantitat d'energia utilitzada en el procés.

Els beneficis de ferro i de reciclatge d'acer són enormes en termes de recursos recuperats i de reducció d'efectes ambientals. Els beneficis estimats de la utilització de ferro i acer reciclat són:

- Estalvi d'un 74% en energia;
- Estalvi d'un 90% en l'ús de materials verges.
- Reducció del 86% en la contaminació de l'aire.
- Reducció del 40% en l'ús de l'aigua;
- Reducció del 76% en la contaminació de l'aigua.
- Reducció del 97% en residus de la mineria.
- Reducció del 105% en els residus generats pels consumidors.

### **Reciclatge de metalls no ferrosos**

Els metalls no ferrosos, principalment alumini i coure, i en menor grau també plom, zinc, estany i níquel, són essencials per a la indústria de la construcció moderna. L'alumini s'utilitza com revestiment en moltes cases residencials, així com en edificis. El coure, per les seves excel·lents propietats conductores, s'utilitza per a alimentació i el cable de telecomunicacions i cablejat, així com les xarxes de distribució d'aigua. L'estany i el plom són els principals components dels aliatges de soldadura, i l'ús de plom per a tubs. També s'utilitzen altres materials no ferrosos i la seva aplicació principal és en els aliatges i/o per modificar les característiques de l'acer (zinc, níquel). Per tant, tots aquests materials estan directa i indirectament relacionats amb els RCD, i cada vegada més estan sent reutilitzats i reciclats.

Els següents són els percentatges de metalls no ferrosos de matèria primera a Àustria:

- Alumini 35,1%
- Coure 39,0%
- Plom 66,8%
- Zinc 26,1%

A més de la conservació dels materials verges i l'espai en els abocadors de residus de metalls no ferrosos, quan es recicla per fabricar nous productes, la quantitat d'energia requerida per a la seva producció és també molt reduïda. L'estimació d'estalvi d'energia per al quatre dels metalls no ferrosos són:

- Alumini 95%
- Coure 85%
- El plom 65%
- El zinc 60%

### **L'ús d'alumini**

L'alumini és un metall relativament nou que s'ha produït en quantitats comercials fa uns 100 anys, però en un gran consum a Àustria. El principal motor per al reciclatge d'alumini és l'estalvi d'energia associats amb la seva reutilització. L'energia incorporada d'alumini produït a partir del mineral de bauxita és molt alta (1,4% del consum mundial d'energia total). L'alumini produït a partir de ferralla d'alumini recuperat i reciclat en lloc de mineral de bauxita estalvia fins a un 95% del consum total d'energia.

### **Reciclatge de l'alumini**

El principal problema és que l'edifici de ferralla d'alumini és difícil de recuperar econòmicament. Sovint, està és difícils separar o desmuntar. Perfils extorsionats que formen part de prefabricat o abocament de formigó i components integrats d'enginyeria elèctrica.

És possible a través de tècniques de deconstrucció preparades per endavant i cura de separar la demolició d'alumini els residus dels seus contaminants, però no és una pràctica molt comuna en aquest moment.

D'altra banda, en la indústria de l'habitatge residencial, el revestiment d'alumini és un producte relativament nou, usat àmpliament per només uns 25 anys. Poc d'això s'ha arribat al final del seu cicle de vida encara. Com les cases amb revestiment d'alumini són renovats o demolits al final de la seva vida útil, es pot esperar que el valor del metall s'incrementarà quan es hi hagi una gran quantitat de recuperació d'alumini, ja que hi ha molt poca contaminació associada.

## L'ús del coure

El coure és un dels materials més antics utilitzats. En les aplicacions de construcció i l'habitatge, el principal ús del coure en els cables elèctrics i la utilitat dels cables i tubs, així com els motors elèctrics i climatització.

Accessoris de plom, d'aigua i d'aigües residuals, representen un altre gran camp.

## Economia

El reciclatge de residus de la construcció només és atractiu quan el producte reciclat és competitiu amb els recursos naturals en relació amb el cost i qualitat. Si bé la qualitat de nous productes elaborats a partir de ferralla de metall reciclat és idèntic al dels productes elaborats amb matèries primeres verges, el cost de recol·lecció i processament de ferralla de metall ha de ser compensat per l'estalvi de costos, com ara menor consum d'energia.


## Els aspectes tècnics de reciclatge de metalls

No hi ha barreres tècniques per a l'ús de productes i materials elaborats a partir de metalls reciclats. Les propietats dels metalls no canvien amb el reprocessament i el mateix metall que pot ser reciclat en múltiples ocasions. Les tècniques de demolició i trituració per a la separació de metalls a partir de restes de formigó i altres són ben coneguts i es basa en les tecnologies existents.

No obstant això, la classificació de deixalles en el lloc, ajuden al procés de demolició.

## Taula resum de l'acer:

<b>Origen</b>	<p>L'acer és el metall estructural més important, i s'utilitza en tots els components estructurals d'un edifici, a partir de bases (en general combinat amb formigó) per al sostre.</p> <p>L'acer utilitzat en els casos estructurals és sovint pur. L'acer d'alta qualitat és aliat amb petites quantitats d'alumini i titani. El material resultant és particularment fort, i significa que la quantitat de material utilitzat es pot reduir fins en un 50 %.</p> <p>La quantitat anual a Àustria de ferralla d'acer és d'aproximadament. 22 milions de tones, 14 milions dels quals són subministrats per la indústria de reciclatge d'acer. A tot el món aproximadament el 45% de la producció d'acer cru es basa en l'ocupació de ferralla d'acer.</p>
<b>REUTILITZACIÓ</b>	Directament llest per a la fosa, per la segregació i per materials perillosos.

	De tant en tant s'utilitza en forma de tires en lloc de reblert de grava.
<b>Tecnologies</b>	Trituradora / revenedor / separadors per a la neteja, separadors magnètics, separadors de corrents de Foucault, trituradores, forns d'arc elèctric, forns d'òxid.
<b>Mercat</b>	Veure a continuació.
<b>RECICLATGE</b>	<p>L'any 2000, el 42% de la siderúrgica austríaca es va produir a partir de ferralla. La indústria de la fosa produeix és aproximadament 4.3 milions de tones d'acer fos en el mateix any. D'acord a les dades de la Federació Austríaca de Fundició es tractava de la utilització d'un 88% més ferralla que l'any anterior.</p> <p>L'acer és un material de reciclatge ideal, ja que no perd qualitat en el procés. L'estalvi de les missions d'efecte hivernacle associades amb el reciclatge d'acer són part important a Àustria amb 27 milions de tones. Cada tona de ferralla d'acer utilitzats nega l'ús de 1,5 t de mineral de ferro i un important estalvi en el transport. La producció d'acer amb ferralla d'acer requereix 90% menys energia que amb els materials verges.</p>
<b>Formes de captació</b>	<p>Els metalls recuperats dels residus de CiD poden ser directament eliminats d'un edifici i ja separats d'altres materials. Una gran part pot ser el lloc de tall o picat abans del seu transport. Quan recopilada en relació amb altres materials provats com els metalls de concret, maó, fusta, plàstic i altres, han de ser classificats d'altres materials en un lloc central de processament.</p> 
<b>Formes de classificació</b>	<p>Densitat de la separació.  La separació manual.  La separació magnètica.  La separació per corrent de Focus.</p>
<b>Procés de reciclatge</b>	

	<p>El procés de reciclatge d'acer inclou la recol·lecció de deixalles sense aliar i aliades, la classificació de forma manual o per separació magnètica, la fragmentació, més la classificació de material reduït i la comercialització que a nivell nacional o internacional a les fonderies.</p> <p>Tant la ferralla recollida de ferralla vella i nova, des de la fabricació, es classifica d'acord a les llistes acordades internacionalment. S'asseguren materials d'alta qualitat que, un cop processats per les tisores o una trituradora, poden anar directament al forn per a la producció. D'aquesta manera la matèria primera secundària és intercanviable amb la matèria primera principal.</p>
<b>Tecnologies</b>	<p>A Àustria hi ha dos mètodes diferents que s'utilitzen per a producció d'acer, cada un amb diferents nivells possibles de contingut ferralla d'acer.</p> <p>El procés d'acereria d'oxigen (l'any 2000 aprox. 71% de la producció total) treballa amb una ocupació de ferralla de ferro entre un 20% i 30%.</p> <p>El forn d'arc elèctric d'acer és el mètode de producció (aprox. 29% de la producció) capaç d'emprar 100% de ferralla en la producció.</p>
<b>Mercat/Productes</b>	<p>Ferralla d'acer processats o no es ven a nivell internacional i proporciona la matèria primera per a gairebé la meitat dels 790 milions de tones en el món de la producció anual d'acer.</p> <p>Ferralla processat també pot ser utilitzada en lloc de pedra triturada.</p>
<b>Preu per unitat (si està disponible)</b>	De 95,00/t € - 110,00/t € fins a 64,00/t € - 69,00/t €
<b>Regulacions</b>	<p>Avui dia, la documentació, la certificació i la indústria de tot el sistema de gestió de qualitat, garanteixen una alta qualitat de material d'acer reciclat. Això permet que per l'acer encara més per ser reciclat, donant importància dels costos, els recursos i l'estalvi d'energia.</p>

Taula 7: Taula-resum per al metall.

### 6.3. Fusta

Els residus de fusta són també part important de la generació dels RCD. Provenen d'una gran varietat de fonts i diferents característiques cada un. S'ha de fer per això una clara distinció entre la fusta tractada i no tractada. Entenem per fusta no tractada: desmunt d'arbres, fustes dimensionals (2x4 m o 2x6 m) i palets de fusta d'enviament.



Algunes restes de la fusta poden ser tractades amb productes químics que poden limitar el seu ús final potencial. Aquesta categoria inclou fusta tractada a pressió, fusta contraplacada, taulers de partícules, fusta laminada, pintada i fusta envernissada o tacada. Altres tipus de fusta tractada o amb recoberts, generalment es troben a la demolició dels edificis més antics, en realitat poden contenir productes perillosos. La fusta tractada amb pintura de plom o el mercuri basat en normes, fusta tractada amb creosota, o el revestiment de fusta recoberts amb amiant són materials que requereixen disposició especial i no són generalment adequats per al seu reciclatge. La majoria de fusta de demolició es tracta d'alguna manera, que restringeix el seu ús final i per tant, s'ha de considerar per separat de la fusta no tractada generada a partir de nous projectes de construcció.

### **Avaluació dels Mercats**

Els mercats per als residus de la fusta reciclatge es troben actualment en augment degut en gran part a la quantitat de programes recent creats a tot l'estat per aquest procés.

Els productes de fusta de rebuig generats a partir de projectes de CiD han de competir amb altres subproductes de fusta existents al mercat i hi ha molta competència.

Una tendència recent i interessant va ser identificat que pot afectar l'economia de la fusta de reciclatge de residus ja que s'ha produït un augment substancial de preus de la fusta.

Des de 1992 i si la tendència continua, la indústria tracta d'estalviar en l'ús de productes de fusta i la substitució d'altres materials.

Primerament el desmunt de terres és el primer material generat en un nou projecte de construcció i en general a càrrec d'un contractista que elimina el material d'aquest lloc i es transporten les deixalles a l'abocador més proper o al lloc corresponent.

La fusta té una oportunitat de desenvolupament de mercat que els altres no ho fan. I és que pot ser recol·lectada com fusta per polpa o fusta serrada. Una infraestructura de comercialització, la compra de la fusta la indústria, ja existeix per a polpa i fusta serrada, però, els projectes de desmunt, poques vegades es consideren rendibles per a l'extracció de fusta a menys que siguin molt grans i/o les característiques de la vegetació dels arbres són molt desitjables.

Si bé hi ha hagut una atenció considerable a la utilització de residus de fusta com a combustible de calderes, es va trobar poca evidència durant la investigació que aquesta opció està disponible immediatament als generadors de residus de fusta post ús a la regió d'estudi.

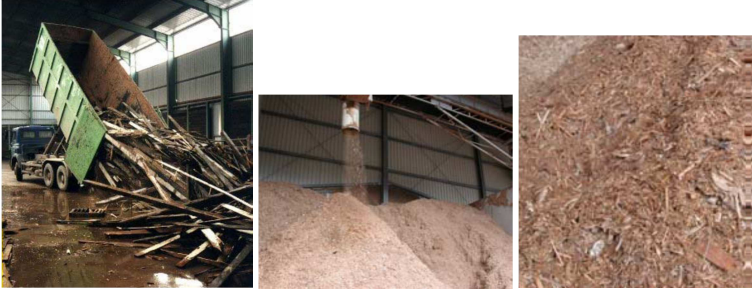

Cap dels contactat, però, estaven en necessitat de fonts addicionals de fusta en aquest moment. Com és el cas de la majoria dels materials reciclables, l'interès pels usuaris finals potencials s'incrementa quan es pot demostrar que un gran volum de residus de fusta neta està disponible en una base constant.

La fusta tractada i/o recoberta va ser considerada per totes les persones contactades a ser un contaminant en lloc d'un material comercialitzable. L'eliminació de la fusta tractada que sembla ser un factor important en el desenvolupament del mercat amb èxit dels residus de fusta CiD.

Les tècniques de recuperació que permeten aquesta separació, així com l'educació per promoure la correcta identificació dels tractats a partir de materials no tractats, semblen necessari en la comercialització de la fusta no tractada provinent de les operacions de CiD.

**Taula resum de la fusta:**

<b>Origen</b>	<p>La fusta ha estat el principal material estructural i que avarca tot el món. En el cas de la construcció, les seves propietats lleugeres i estructurals han fet que sigui una opció atractiva.</p> <p>Aquesta es pot utilitzar per cobrir els sostres, com batuts, les teules o planxes. Com revestiment es pot utilitzar com a revestiment o acàcia, i com a sòl es pot utilitzar com taulers de parquet, rajoles o conjunts de fusta. La làmina es produeix com cartró, suro, aglomerat o xapa.</p>
<b>REUTILITZACIÓ</b>	<p>Quantitats considerables de fusta reutilitzable es pot recuperar durant la demolició de vells edificis. Els edificis més antics poden tenir fustes valuoses que prevalen en el passat però que ara són molt rars. La demolició de les estructures més grans també poden produir materials com ara accessoris de fusta, motllures, i marcs, a més de la fusta estructural, que poden ser venuts o reutilitzats.</p>
<b>Formes de captació</b>	<p>La recol·lecció de fusta per a la seva reutilització directa es fa generalment de forma manual, amb l'ajuda d'eines manuals accionades.</p>
<b>Formes de classificació</b>	<p>La fusta reutilitzable es classifica per tipus, mida i qualitat.</p>
<b>Reutilització</b>	<p>a) L'ús directe quan està lliure de contaminant. b) L'eliminació dels claus i objectes estranys, raspallat, tractament de superfícies.</p>
<b>Tecnologies</b>	<p>Serres, eines de mà, fregadores, polidores.</p>
<b>Mercat</b>	<p><b>Treball de la fusta</b> Els trossos més grans de la fusta de la més alta qualitat es va</p>

	recuperar, com ara taulers de graner i fustes estructurals poden utilitzar intacta. Ells són molt utilitzats per la indústria de la fusta com a matèria primera per als elements mobles, pisos i especialitat.
<b>RECICLATGE</b>	
<b>Formes de captació</b>	La fusta per a ser reciclada es pot en recollir a partir d'un sol lloc o barrejats amb altres residus de CiD. Si la quantitat de material és gran, una trituració in situ pot ajudar a reduir els costos de transport.
<b>Formes de classificació</b>	<p>La fusta recuperada s'ordena per material de qualitat, grau de contaminació, mida i tipus. Es porta a terme una classificació addicional d'acord amb el processament previst.</p> 
<b>Procés de reciclatge</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La fusta es recull en el lloc, amb o sense materials estranys.</li> <li>2. La classificació es fa a mà i màquina.</li> <li>3. La fusta és picada, de vegades en el lloc i, de vegades amb un objecte estrany.</li> <li>4. Separació addicional, com l'aire del bufador i magnètic es realitza en material triturat.</li> <li>5. Fusta triturada es comercialitza.</li> </ol>

	
Tecnologies	<p><b>Trituradores</b></p> <p>D'un eix-Shredder</p>  <p>Les trituradores d'alt rendiment de Jumbo/Super Jumbo Weima gamma de màquines estan especialment dissenyades per al processament de la fusta i la fusta de reciclatge, on grans quantitats de fusta es destrueixen. Els rotors, depenen del tipus de model, són 1000 mm a 3000 mm de llarg. Aquesta capacitat de trituració molt alt està garantit per rotors que tenen un diàmetre de 482 mm (Jumbo) i 600 mm (Super Jumbo).</p>  <p><b>Powerline</b></p>  <p>Les taxes de sortida són extremadament altes, és per tant, molt econòmic. La sèrie trituradora Powerline està dissenyada especialment per a la producció de combustibles de substitució i ofereix una àmplia varietat d'equips innovadors i auxiliars.</p> <p>Una taxa d'alt rendiment per a tot tipus de materials industrials com ara la llar, i els residus a granel, els residus barrejats de construcció del lloc, la producció de deixalles,</p>

	<p>fusta, paper, paper, etc., garanteix una velocitat màxima de la productivitat. Baix consum d'energia i baixos costos de desgast són la base per a l'eficiència econòmica de la Powerline.</p>  <p>La trituradora d'un sol eix es va desenvolupar a partir de la base de l'experiència d'instal·lació i estan dissenyades específicament per a la producció de combustibles de substitució. Juntament amb el material a triturar, la taxa de rendiment i rang de mida del material determina l'especificació individual de la màquina. Més de 40 opcions diferents disponibles.</p>  <p>El sistema de fulles de ganivet es cargolen o són soldades al rotor depenent dels requeriments. Les fulles del rotor multi-voltes i reafilables, així com el sistema de ganivet està recentment desenvolupat i garanteix una reducció considerable en els costos de desgast.</p> <p>Un sistema d'accionament hidràulic està disponible per la matèria primera altament contaminada. L'accionament electromecànic amb convertidor de freqüència garanteix taxes màximes de rendiment de materials nets i pre-tractat.</p>
<p><b>Mercat/Productes</b></p>	<p><b>Combustible</b></p> <p>L'opció més comuna per a la reutilització de la fusta recuperada de el reciclatge de CiD és per al combustible. La fusta té un alt valor calorífic i pot ser utilitzat per un nombre d'indústries com a combustible per a calderes. La fusta per a combustible pot ser estellat o peletitzat per a un millor transport. És ideal amb un baix contingut d'humitat. La presència de grans quantitats de fusta tractada creen un aire i hi ha problemes de control d'emissions de cendres de residus. La fusta tractada ha de ser remogut del corrent de fusta</p>


	<p>recuperada abans de la mòlta.</p>  <p><b>Fusta d'enginyeria</b> Una sèrie de productes de fusta pot ser produït a partir de material de fusta estellat. Aquests productes inclouen taulers de fibra, taulers de fibra orientada, i de partícules. Les estelles de fusta es formen en les plaques per diversos mètodes premsat i adhesius. No hi ha materials estranys ha de ser present.</p> <p><b>Humus (Mulch)</b> Fusta estellada pot ser utilitzat per a abonament en aplicacions hortícoles i agrícoles. La fusta ha d'estar lliure de material estrany tant com sigui possible i no ha de contenir fusta tractada. Les possibilitats de reutilització d'abonament a partir de fusta recuperada C i D en general gira entorn de l'estètica. Els materials aliens, com ara claus de plàstic i limiten en gran manera recurs de cassació (MEO, 2004).</p> <p><b>Animal roba de llit i modificació de compost</b> Dues altres aplicacions per a la fusta recuperada de C &amp; D que es realitza de vegades per la seva capacitat d'absorció de la humitat són els llits dels animals i agent de càrrega en el compostatge. Aquests usos requereixen un flux de fusta neta en termes de material estrany. No fusta tractada ha d'estar present (EPA i la Unió Africana, de 2002; Reinhart, 2002).</p>
<b>Preu per unitat (si està disponible)</b>	Boletes de fusta: € 180.20/tonne (2005) (Solar Promotion GmbH)
<b>Regulacions</b>	<p>AltholzVO</p> <p>D'acord a l'ordenança de residus de fusta (AltholzV) de fustes de rebuig ha de ser assignat a una de les quatre categories de residus de fusta i una categoria especial:</p> <p>Al: residus de fusta en el seu estat natural o només funcionava mecànicament que, durant l'ús, era insignificant en la majoria contaminats amb substàncies nocives per a la fusta (per exemple, de fusta massissa natural).</p>

	<p>All: condicions de servitud, pintat, recobert, lacat o de fusta tractada d'una altra manera els residus sense compostos orgànics halogenats en el revestiment i sense conservants de la fusta (per exemple, portes interiors).</p> <p>AIII: fusta de residus amb compostos orgànics halogenats en el revestiment, sense conservants de la fusta, (per exemple, recobert de PVC mobles).</p> <p>AIV: residus de fusta tractada amb conservants de la fusta, com travesses de ferrocarril, pals de telèfon, pals de llúpol, els pals de vinya, així com els residus de fusta d'un altre tipus que, per la seva contaminació, no es pot assignar als residus de fusta categories IA, II o III, amb l'excepció de residus de fusta que contenen PCB.</p> <p>Els residus de fusta que contenen PCB: residus de fusta que constitueix "els PCB que contenen residus de fusta" en el sentit de la "Ordenança de Residus de PCB / PCT" (un total de més de 50 mg / kg de PCB o substàncies similars) i que ha de ser eliminats en conformitat amb les disposicions d'aquesta Ordenança (per exemple, targeta de so d'aïllament tractats amb agents que contenen PCB). Això només es pot fer amb l'ajuda de centrals tèrmiques d'eliminació de residus.</p>
--	---


Taula 8: Taula-resum per a la fusta.

## 6.4. Ceràmica

<b>Origen</b>	Maons estàndard Argila, sorra i materials minerals lleugers.
<b>REUTILITZACIÓ</b>	Els maons també es pot tornar a utilitzar-se com maons directament. El major obstacle per a aquesta reutilització és el temps necessari per a ordenar i netejar els maons adequats. La neteja i separació de morter
<b>Formes de captació</b>	Manual de desmuntatge, neteja i apilament.
<b>Formes de classificació</b>	Manual in-situ

<b>Reutilització</b>	La neteja i separació de morter.
<b>Tecnologies</b>	Serres, trituradores, molins de morter.
<b>Mercat</b>	Sobretot per reparació i restauració d'edificis clàssics i monuments.
<b>RECICLATGE</b>	
<b>Formes de captació</b>	Runes de maó s'aixeca per les pales excavadores amb el tamís, per tant la classificació parcial és possible durant la recol·lecció.
<b>Formes de classificació</b>	Aixecament de runa cub, tamisat, separació magnètica Vegeu també la secció en la mateixa "de formigó"
<b>Procés de reciclatge</b>	Trituració i classificació d'acord a la grandària del nucli, la separació dels components metàl·lics.
<b>Tecnologies</b>	Interruptors i trituradores idèntics als utilitzats per al formigó.
<b>Productes al mercat</b>	<p><b>Base de la carretera i la construcció de farciment</b></p> <p>El maó triturat pot utilitzar-se com a farcit de base en la construcció de carreteres. El material triturat s'utilitza en lloc de pedra de calç. Els beneficis de la reutilització són sovint de la disponibilitat local dels dipòsits de roca calcària, així com la importància dels costos de transport. La puresa (és a dir, presència de fusta, la brutícia, la contaminació d'un altre tipus) del material també pot ser un problema.</p> <p>Aquest maó triturat també pot ser utilitzat com a material de superfície de la carretera principal en carreteres sense pavimentar a les zones rurals.</p> <p>Net, maó molt com a revestiment de camp dels esports i</p>



	<p>l'addició de formigó lleuger i, amb porcions de llampades, morters i ceràmiques, com a reemplaçament de pedra triturada o agregats de baixa densitat de formigó.</p>  <p>Capa inferior o capa de filtre per a les fundacions</p>  <p>La capa superior per la ruta i les superfícies de l'espai públic</p>  <p>Estabilitzador de mecànica del sòl</p>
<b>Preu per unitat (si està disponible)</b>	-

Taula 9: Taula-resum per a la ceràmica.

## 6.5. Sòls


<b>Origen</b>	Òxids d'argila, sorra.
<b>REUTILITZACIÓ</b>	Dirigir reutilitzar quan està lliure de materials perillosos i danys.
<b>Formes de captació</b>	Requereix l'extracció acurada, mà d'obra intensiva

<b>Formes de classificació</b>	La neteja i separació de la beurada i adhesius
<b>Reutilització</b>	Reutilitzable com rajola en aplicacions més
<b>Tecnologies</b>	Amb i sense motor eines de mà.
<b>Mercat</b>	Especialitat arquitectura, la restauració del patrimoni i el manteniment. El mercat de ceràmica intactes és més aviat petita i orientada cap a productes de major gamma d'especialitats.
<b>RECICLATGE</b>	
<b>Formes de captació</b>	In situ.
<b>Formes de classificació</b>	Separació de materials no resistents a les gelades, els alimentadors de Wobbler.
<b>Procés de reciclatge</b>	Ceràmica són aixafats, sovint juntament amb el totxo i el formigó. Les mescles es classifiquen d'acord amb la grandària del nucli.
<b>Tecnologies</b>	<p>Les màquines per aixafar la ceràmica són pràcticament idèntiques a les utilitzats per aixafar el maó i formigó.</p> <p>La ceràmica de triturats amb porcions de maó, morters i pedres i formigó pot ser utilitzat com a reemplaçament de grava i pedra triturada.</p> <p>Les aplicacions inclouen: barreres de protecció contra el soroll, estabilitzadors de sòls, material de coberta i farcit de les excavacions.</p>
<b>Productes al mercat</b>	Picat de ceràmica, en combinació amb maó, formigó i runes i material de drenatge. Igual que en maó i formigó, el major mercat per les rajoles de ceràmica triturada reciclats (en forma mixta) és la construcció de carreteres.
<b>Preu per unitat (si està disponible)</b>	Molt variable

Taula 11: Taula-resum per a sòls.

## 6.6. Excavacions

<b>Origen</b>	Partint de l'excavació de fonaments dels edificis, els materials d'excavació inclouen tan els sòls urbans barrejats amb residus de construcció antics i contaminants verges. La composició pot variar des de sòls orgànics, fina argiles, graves i sorres.
<b>REUTILITZACIÓ</b>	<p>El principal destí dels materials d'excavació en la reutilització com a farcit de les mines de materials de construcció, sobretot de sorra i graveres. Si el material està lliure de contaminants que poden afectar la qualitat del sòl o l'aigua subterrània pot ser inclinat directament en pous no utilitzats, ajudant en la restauració d'aquestes zones al seu estat anterior.</p> <p>És poc probable que el material d'excavació emprat com a farcit la mina es torni a utilitzar. Malgrat això, el paper de restauració que s'està reproduint es considera per tancar un bucle en el cicle de material de construcció.</p>
<b>Formes de captació</b>	Els mètodes convencionals: Cavar i Haul
<b>Formes de classificació</b>	Material directament reutilitzat en general sense classificar.
<b>Reutilització</b>	Abocador.
<b>Tecnologies</b>	Excavadores, excavadores d'erugues i camions.
<b>Mercat</b>	En primer lloc per al farciment de les operacions mineres.
<b>RECICLATGE</b>	<p>El reciclatge de material d'excavació difereix de reutilització en què implica el tractament del material per tal de fer que es conforma a un ús específic.</p> <p>Aquests processos inclouen el material contaminat excavació que ha de ser tractada per tal d'eliminar la contaminació.</p>
<b>Formes de captació</b>	Transport des del lloc.
<b>Formes de classificació</b>	

	<p>Els material sense fraccions perillosos poden ser tamisades i filtrades per eliminar les pedres, roques i residus de materials de construcció.</p> <p>La contaminació amb materials perillosos requereix, rentat, descontaminació biològica o tèrmica.</p>
<b>Procés de reciclatge</b>	<p>La classificació és suficient per la majoria del material per tal de que sigui reutilitzable per a una tasca específica.</p> <p>Aquesta opció es pot fer in situ o en una planta central.</p>
<b>Tecnologies</b>	<p>Tamisos, màquines de filtrat, els separadors magnètics.</p>
<b>Productes al mercat</b>	<p>El material d'excavació reciclat s'usa principalment en les operacions de farciment, però, hi ha tipus específics amb tractaments particulars que també es poden utilitzar en la construcció de carreteres i altres aplicacions de major valor, en general, com a material de rebliment i base.</p>  <p>Sòl re-preperat, material de farciment estable, farcit de construcció de carreteres, i grava/reblert amb sorra.</p>
<b>Preu per unitat (si està disponible)</b>	<p>Molt variable</p>

Taula 11: Taula-resum per a materials excavats.

## **CAPÍTOL 7**

### **ESTUDI DE CASOS A VIENA**

#### **7.1. Cas d'estudi 1**

##### **Renovació de l'escola Handelsakademie III und Handelsschule IV "Vienna Business School" der Wiener Kaufmannschaft.**

Aquest estudi forma part d'una sèrie desenvolupada pel Departament de Protecció Ambiental Austríac per ressaltar les tècniques per estalviar diners i protegir el medi ambient mitjançant la reutilització i el reciclatge de residus de construcció i demolició.



*Figura 10: Escola construïda*

##### **Resum del projecte:**

Reducció de residus en total: 57% (444 tones reciclades, 338 tones abocades).

Estalvi de costos aproximants: 45.000 €, o el 66%

Empresa propietària del projecte: A.C.C. ZIVILTECHNIKER GMBH

### Descripció del projecte:

L'estructura de maó està situada en una basant considerada zona rural. Mentre que una petita part del projecte era una renovació de la part existent, la major part del projecte va consistir en la construcció d'una nova escola annex a aquesta, de dos pisos, dissenyat per a una capacitat de 700.

### Focus: Panells de guix

La constructora va utilitzar una combinació de requisits del contracte, un bon pla de maneigament del lloc de treball i tècniques perquè els seus subcontractistes separessin a la font, aproximadament 50 tones de cartró de guix net de la ferralla de les runes.

La col·locació de contenidors de reciclatge en tot el lloc de la construcció així com que els recipients d'eliminació estiguin més lluny de l'abast dels treballadors que fan la separació a l'origen, poden ser estratègies factibles i aquest cas ho mostra.

En aquest cas els treballadors recullen els materials de forma regular i mantenen el panells de guix secs i apilats en un recipient tancat. El transport del panell rebutjat no era a més de 100 km.

### Estalvi de costs:

La taula desglossa els costs estalviats obtinguts a través d'una separació en origen i un reciclatge.

Material	Tones	Cost reciclatge €	Cost eliminació €	Estalvis €
Formigó	285	10.265	43.065	32.800
Metall	69	1.980	9.251	7271
Panells de guix	49	3.659	7.450	3791
Cartró	0,67	96	102	6
Fusta	40	6.381	6.458	77
<b>TOTALS</b>	<b>443,67</b>	<b>22.381</b>	<b>66.326</b>	<b>43.945</b>

Taula 12: Dades materials reciclats, cas d'estudi 1.

### Contractant:

- Crea un pla de gestió dels residus que exigeix que es recicli, especifica les tècniques de reciclatge, i ofereix incentius per al reciclatge.
- Negociar les taxes d'eliminació per tipus de material per tal de reduir els costs en funció del valor de mercat, en lloc de pagar una tarifa plana per a tots els materials.

- Comprovar que els materials reciclables són portats a la seva destinació final (planta de reciclatge).

**Planificació:**

- Desenvolupar i distribuir un pla de gestió dels residus abans de la iniciació del projecte.
- Discutir els requisits de maneig de residus amb la tripulació i els subcontractistes abans de començar un projecte.

**Construcció:**

- Supervisar els contenidors de reciclatge per evitar la contaminació creuada. Publicar llistes del que és i no és reciclable als contenidor.  
Es van col·locar petits contenidors de reciclatge més a prop dels treballadors i un programa de reciclatge comú.
- En el marc del pla de maneig, un capatàs va supervisar l'activitat de reciclatge i disposició per a cada comerç.
- Després de la construcció es va realitzar una anàlisi de cost-benefici de reciclatge per avaluar l'estalvi.
- Avaluació de l'impacte del reciclatge en matèria de seguretat laboral i la seva programació. Comprovació de la reducció dels residus en el procés de planificació feta per a un lloc net i segur. Un enfocament més intensiu en el reciclatge i l'eliminació de la programació de transport crea una major eficiència.

**Claus de l'èxit:**

- ✓ Supervisió de reciclatge.

## **7.2. Cas d'estudi 2**

### **Renovació parc d'oficines a Pfeilgasse, Wien.**



*Figura 11: Edifici construït*

#### **Resum del projecte:**

Edifici de propietari privat.

Construcció de 30.000 m<sup>2</sup> de renovació de pilars i sostre.

Reducció de residus en total: 92% (702 tones reciclades, 62 tones abocades).

Estalvi de costos aproximants: 58.000 €, o el 63%

Empresa propietària del projecte: AST BAUGESELLSCHAFT MBH

#### **Descripció del projecte:**

En el centre logístic de Viena es va dur a terme la renovació d'un edifici d'oficines de dos pisos, en total 30.000 m<sup>2</sup>. El contractista general va encarregar un subcontractista per a la demolició. El projecte va consistir en enderrocar i reemplaçar el mobiliari interior i els accessoris, sistemes de parets/particions, climatització, electricitat, plom i el sostre de membrana.

Va ésser particularment complex perquè la renovació va començar al mateix temps que la demolició, de manera que els empleats podien passar per parts de l'edifici que encara estaven en construcció.



**Focus:**

- Millorar la manipulació de materials i el flux

**Estalvi de costs:**

La taula desglossa els costs estalviats obtinguts a través d'una separació en origen i un reciclatge.

Material	Tones	Cost reciclatge €	Cost eliminació €	Estalvis €
Mobles	470	-	46.125	46.125
Plaques guix	93	8.000	15.787	7.787
Metall	65	-	10.825	10.825
Cablejat	10	-	2.850	2.850
Ceràmica sostre	19	6.980	7.706	726
Paques de vidre	2	-	500	500
Formigó	43	3.548	6.912	3.364
<b>TOTALS</b>	<b>702</b>	<b>18.528</b>	<b>90.705</b>	<b>72.177</b>

Taula 13: Dades materials reciclats, cas d'estudi 2.

**Planificació:**

La falta d'espai a l'edifici era un problema en particular, hi havia només un petit espai reservat per a la recepció de nous materials, així com tots els enviaments de sortida. Aquest era l'únic lloc des del qual els residus podrien ser enviats. Per la superfície també va implicar amb gran duresa a la posició de les deixalles.

**Contractant:**

L'empresa constructora va afrontar aquest problema mitjançant la mobilització de més de 200 rodes, caixes de transport de residus, plataformes rígides per manejar materials voluminosos, etc. Quan els residus acumulats eren suficients per omplir un contenidor d'escombraries, adequat era portat fins al moll, carregat, i retirat, ocupant espai al moll només per al curt període de temps necessari per omplir el recipient. Ús d'aquests cistells i plataformes van fer que fos un lloc de treball net.

**Claus de l'èxit:**

- ✓ Flexibilitat.
- ✓ Cooperació.

Malgrat una acurada planificació, la flexibilitat i la cooperació de totes les parts per assolir aquest objectiu van ser fonamentals per un èxit del reciclatge. Al haver-hi diferents empreses treballant al mateix edifici hi ha certs aspectes que poden jugar a favor com va ser en aquest cas:

- Si el propietari fa un compromís actiu amb el reciclatge i manté l'interès i la participació de tot, és molt més fàcil de portar si hi ha una bona relació i participació amb els subcontractistes i empleats.
- Hi va haver una captació prèvia de personal i comunicacions. Es va assegurar-vos que tots els que venien a treballar en el lloc havien rebut la instrucció adequada en els objectius i procediments de reciclatge, saber a qui preguntar i el maneig dels materials eren els punts bàsics.
- Per tot això però els representants del tenien un paper clau en el reciclatge d'èxit. Si ells entenen el fonament i els objectius per al reciclatge, poden fer la feina més fàcil i gratificant. El coordinador de reciclatge va ser un membre visible de l'equip de gestió de projectes i amb freqüència estava al lloc. Això reforça la importància del reciclatge, i assegura que les qüestions i temes de reciclatge poden ser abordats a mesura que sorgeixen.

## CAPÍTOL 8

### LIMITACIONS TÈCNIQUES I LEGISLACIÓ

La política austríaca de gestió de residus s'ha compromès amb els objectius i els principis que en general, donen suport a la reducció de gasos d'efecte hivernacle. El caràcter normatiu de la política de residus és complementat amb elements basats en el mercat, que enforteixen qui contamina paga (per exemple, la contribució dels abocadors, les contribucions de residus d'envasos). Per això, donat l'alt risc de la gestió de residus per al medi ambient natural i les generacions futures, no es considera una acte voluntari, ja que sinó no seria rendible.

Per tal d'assolir un objectiu determinat, s'han de complir de totes maneres les normes tècniques requerides i per tant una combinació de "comanda i incentius de control" i un control del mercat semblen estar més en el costat segur, tant en termes de gasos d'efecte hivernacle, de reducció i de responsabilitat per les generacions futures.

Àustria és una república federal amb un govern central. Hi ha governs regionals i les autoritats administratives de les regions (Länder).

La responsabilitat de la promulgació de lleis és compartida pels governs central i regional. El govern central és responsable de la legislació sobre residus perillosos, però poden dictar reglaments sobre residus no perillosos si es uniforme a tot el país la legislació és necessària. En els altres casos, els governs regionals són lliures d'establir els seus propis reglaments. Institucions a nivell regional també estan autoritzats per dur a terme les tasques enumerades en la taula anterior.

A continuació es mostra un quadre resum de les responsabilitats polítiques i administratives:

Institucions nacionals	Feines, responsabilitats
Ministeri de Medi Ambient i Afers Exteriors (Bundesministerium für, Umwelt, Jugend und Familie)	Establiment de prioritats, la participació en la promulgació de lleis (juntament amb altres ministeris i governs regionals), l'aprovació d'estratègies, planificació i control, suport científic, provisió d'informació i relacions públiques, la cooperació internacional.

Ministeri d'Afers Econòmics	Aprovació i control
Agència Medi Ambiental (Umweltbundesamt)	Suport científic, cooperació internacional i estadístiques

Taula 14: Regulacions nacionals.

A Àustria, les lleis centrals per a la gestió de residus són la Llei federal de Gestió de Residus (Bundes-Abfallwirtschaftsgesetz-GTE, 1990) i la Llei de Sanejament de Llocs Contaminats (Altlastensanierungsgesetz de 1989 amb reforma de 2009). Tots dos inclouen disposicions relatives a la minimització de residus.

Altres disposicions relatives a la minimització de residus també s'inclouen en els reglaments relatius a les aigües residuals (Wasserrechtsgesetz) i substàncies químiques (Chemikaliengesetz) en la responsabilitat ambiental i el dret penal i en les lleis relatives a la indústria i el comerç (Gewerberecht).

La legislació ambiental integrada és part de la Llei d'Avaluació d'Impacte Ambiental (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz-UVP-G, de 1993).

La modificació de la Llei de Sanejament de Llocs Contaminats, que va incrementar les despeses per la disposició final, i l'Ordenança d'abocaments al 2006, també van pressionar el que volien la construcció d'abocadors i els residus que es disposen en aquests, aspectes que també han contribuït a la prevenció de residus i reciclatge.

## 8.1. Normativa sobre els RCD i aplicacions de requisits legals

D'acord amb la legislació austríaca, la competència respecte al control, destí i gestió dels RCD correspon a les comunitats, tret dels residus procedents de les obres domiciliaries menors, que s'atribueixen als Ajuntaments. La normativa d'aplicació de requisits legals sobre els RCD s'ha adoptat del sistema de classificació dels residus europeus. Així que a continuació es mostra el catàleg per a les regulacions:

*En el Catàleg Europeu de Residus (CER), aprovat per les institucions comunitàries, els residus de construcció i demolició estan identificats amb el codi CER 170000 i procedeixen, majoritàriament, d'enderrocs d'edificis o de rebutjos dels materials de construcció d'obres de nova planta, i d'obres de reformes en habitatges o urbanitzacions:*

*17 01 Formigó, maons, teules i materials ceràmics.*

*17 02 Fusta, vidre i plàstic.*

*17 03 Mescles bituminoses, quitrà i altres productes enquitranats.*

*17 04 Metalls (inclosos els seus aliatges).*

*17 05 Terra (inclosa l'excavada de zones contaminades), pedres i llots de drenatge.*

*17 06 Materials d'aïllament i materials de construcció que contenen amiant.*

*17 08 Materials de construcció sobre la base de guix.*

*17 09 Altres residus de construcció i demolició.*

*Pel que fa a residus perillosos, el CER presenta 16 corrents:*

*17 01 06 \* Mescles de o fraccions separades de formigó, maons, teules i material ceràmic que contenen substàncies perilloses.*

*17 02 04 \* Vidre, plàstic i fusta que contenen substàncies perilloses o estan contaminades per elles.*

*17 03 01 \* Mescles bituminoses que contenen quitrà d'hulla.*

*17 03 03 \* Quitrà d'hulla i productes enquitranats.*

*17 04 09 \* Residus metàl·lics contaminats amb substàncies perilloses.*

*17 04 10 \* Cables que contenen hidrocarburs, quitrà i / o substàncies perilloses*

*17 05 03 \* Terres i pedres que contenen substàncies perilloses.*

*17 05 05 \* Llots de drenatge que contenen substàncies perilloses.*

*17 05 07 \* Balast de vies fèrries que conté substàncies perilloses. 17 06 01 \* Materials d'aïllament que contenen amiant.*

*17 06 03 \* Altres materials aïllants que consisteixen en o contenen substàncies perilloses.*

*17 06 05 \* Materials de construcció que contenen amiant.*

*17 08 01 \* Materials de construcció a base de guix contaminat amb substàncies perilloses.*

*17 09 01 \* Residus de construcció i demolició que contenen mercuri.*

*17 09 02 \* Residus de construcció i demolició que contenen PCB (pe Segelladors que contenen PCB, revestiments de sòl a base de resines que contenen PCB, envidraments dobles que contenen PCB, condensadors amb PCB).*

*17 09 03 \* Altres residus de construcció i demolició barrejats que contenen substàncies perilloses.*

L'elecció dels residus de construcció i demolició com un corrent prioritària obeeix a una sèrie de raons:

1. Els àrids de construcció constitueixen després de l'aire i l'aigua el primer producte natural pel que fa a consum es refereix: 6 ton/ciudadà de la UE o 2.000 milions de tones any a la UE.

2. Els residus de construcció i demolició representen, pel que fa a quantitat generada, un dels corrents de residus més grans. El dipòsit en abocador d'aquests residus representa un problema, sobretot als països europeus més densament poblats.

3. A més de la sub-corrent de formigó, maons, teules etc., De la qual es poden obtenir àrids de construcció secundaris, hi ha corrents importants com el plàstic i la fusta que poden ser objecte de reciclatge o valorització energètica amb la particularitat que ja hi ha una demanda

per a aquests materials secundaris. A més d'aquests últims són molts els materials que de ser recollits selectivament presentarien un valor de mercat obvi.

4. Els residus perillosos continguts en els RCD, resultants de demolicions no selectives no presenten una gestió adequada.

5. L'impacte ambiental de la producció d'àrids naturals a partir de pedreres resulta en general superior al corresponent del reciclatge del material de RCD per a fins similars.

6. Finalment i amb caràcter general per a qualsevol tipus de residus, s'ha d'avançar feia models de gestió tendents a evitar el dipòsit en abocadors d'aquests.

Les mesures utilitzades en la Unió Europea per influir sobre la gestió dels residus de construcció i demolició es recullen en l'informe Symonds (Febrer 1999) i posteriorment, en l'informe de l'Agència Europea de Medi Ambient (Gener de 2002). El primer fa una anàlisi de les diferents mesures legislatives dutes a terme a Europa per tal d'influenciar sobre la gestió realitzada amb els RCD.

En aquest informe s'analitzen fins a 13 tipus de mesures diferents que s'apliquen en el conjunt dels estats membres de la Unió Europea. Els més significatius i per tant, amb un impactes sobre la gestió dels RCD són les següents:

1. Restriccions o prohibicions sobre l'abocament:

Holanda prohibeix l'abocament de RCD reciclables des de 1997. A Alemanya, seguint el mandat contingut en la Llei de Cicles dels residus recuperables de construcció i demolició, no han de ser abocats. A Flandes hi ha una prohibició d'abocar residus de construcció i demolició barrejats que va començar el juliol de 1998. Àustria obliga per llei a separar (desconstrucció) i reciclar RCD des de 1993.

2. Imposts sobre l'abocament:

La majoria dels estats membres han adoptat la mesura d'exigir un impost sobre l'abocament de residus en general i dels RCD en particular.

Encara que la naturalesa de l'impost varia d'uns estats membres a altres, es tracta d'un cost afegit al preu d'admissió en abocador.

3. Altres mesures:

De la resta de mesures analitzades en l'informe, la més àmpliament utilitzades tant pels diferents estats membres com en l'àmbit de la UE, és la de les ajudes a R + D al costat de diversos projectes de gestió de residus tendents al reciclatge.

## **8.2. Les perspectives i enfocaments futurs**

Àustria s'ha fixat els següents objectius per al futur:

- Responsabilitat del productor a través de la millora de les regulacions legalment vinculants.
- Més integració dels costos de gestió de residus en els preus dels productes.
- Harmonització de les mesures a la UE i els països de l'OCDE, per tal d'evitar la distorsió de la competència.
- Subministrament d'informació completa al públic (com un instrument de gran importància per a l'èxit futur).
- Harmonització de les definicions en l'àmbit de l'OCDE.
- Ajust de les normes tècniques (l'estat de la tècnica) per al reciclatge de les tecnologies en l'àmbit de l'OCDE.
- Intensificar l'intercanvi d'informació i dades a nivell de l'OCDE.

## **8.3. Resultats de polítiques orientades**

En general, les regulacions ambientals o polítiques reguladores generalment responen als productes finals del procés, és a dir, als contaminants. S'utilitza un gran esforç per identificar les causes de contaminació o d'estudiar la forma d'adoptar un enfocament proactiu per evitar problemes ambientals com la contaminació atmosfèrica, el soroll i la contaminació de l'aigua.

Algunes ciutats estan establint departaments d'auditoria ambiental. Atès que l'auditor no és realment independent, sinó que supervisat pel client.

A més, hi ha moltes regulacions sobre temes de medi ambient en una varietat de formes com ara l'Ordenança, actes o llibres. Aquestes legislacions també avarcan diferents aspectes com la contaminació de l'aire i l'aigua, els residus, el reciclatge.

## **CAPÍTOL 9**

### **CONCLUSIONS**

Els residus de la construcció han exercit i seguiran exercint un paper important dins el camp de la gestió de residus. La varietat dels seus components i el volum que es rebutja cada any són la raons cap a un enfocament progressista.

Encara que s'han pres mesures per millorar la gestió d'aquests residus, especialment mitjançant l'adopció de millors mètodes de reducció en les fonts així com l'aplicació dels programes de reutilització i reciclatge, sempre són necessàries noves accions i actituds que ajudin a mirar per un futur millor.

A més a més, l'objectiu de prosperitat no sol protegeix la qualitat del medi ambient, sinó que també una millora de la societat i del rendiment econòmic.

Unes normes més estrictes cap a l'eliminació de residus són necessàries per fer un bona gestió futura. D'altra banda, es necessita també un sentit de responsabilitat compartit. Un dels principals motius de la bona consciència i superació dels projectes és l'educació i demostració.

Ha d'existir la possibilitat de tractament (trituració i separació) abans de la seva reutilització o reciclat per a la fracció principal inert dels RCD, els alts preus d'abocament per als residus no inerts, i el fort incentiu econòmic per part de l'Administració per separar les diferents fraccions de residus, són mesures que ajuden i molt. Les regulacions ambientals poden recolzar l'ús de materials de construcció amb alt contingut de material reciclat a través d'incentius.

El fet de potenciar la reutilització i reciclatge enfront l'eliminació comporta certs avantatges tant importants com:

- No hi ha ocupació de terres valuoses, no hi ha modificació de l'hàbitat continu ni una pèrdua de biodiversitat a causa de canvis en l'ecosistema natural.
- No hi ha un constant alliberament de gasos d'efecte hivernacle i la contaminació tant de sòls i aigües subterrànies.
- No hi ha Una pèrdua permanent de matèries primeres.



- Acceptació per part dels consumidors, perquè els àrids derivats dels RCD són adequadament preparats i poden ser utilitzats per a substituir els àrids naturals.

Un coneixement profund dels reptes actuals que enfronta la potencialització de la gestió dels RCD i una bona demanda d'aquests recurs, fan que la gent no s'oblidi del valor estètic del medi ambient en nom de la rendibilitat.

S'han produït també unes millores significatives sobretot en la recuperació del formigó, metalls i fusta que han estat implementades i utilitzades juntament amb les millores en la separació i les tecnologies de reciclatge (incloent la desconstrucció planificada i la construcció selectiva).

La conclusió que es pot extreure és que hi ha una diferència important entre sostenibilitat i la gestió sostenible de residus de la construcció. I és que la gestió és el procés mitjançant el qual s'aconsegueix la sostenibilitat i per tant aquesta última pot actuar com a objectiu.

## REFERÈNCIES

- 1.[ARGEV 2008] ARGEV, Arbeitsgemeinschaft Verpackung: *Leistungsbericht 2007*. Wien, 2008.
2. [BMLFUW 2007] BMLFUW, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hg.): *Bundesabfallwirtschaftsplan 2006*. Wien, 2007.
3. [Eurofound 2007] EUROFOUND, European Foundation for the Improvement of Living and Working C.: *EurLIFE- Complaints about waste disposal*.
4. [Eurostat 2008] EUROSTAT: *New Cronos Database*. Structural Indicators: Waste, 2008.
5. [Hemmer u. a. 2003] HEMMER, D.; HÖFERL, A.; HOLLOS, B.: *Abfallwirtschaft*. Wien, 2003.
6. [Hochreiter 2005] HOCHREITER, W.: *Abfallwirtschaft*. in: Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien (pub.): *Zur Zukunft öffentlicher Dienstleistungen*, pp. 71-86, Wien, 2005.
7. [Holoubek u. Segalla 2002] HOLOUBEK, M. ; SEGALLA, P.: *Daseinsvorsorge in Österreich*. in: Hrbek, R./Nettesheim, M. (pub.): *Europäische Union und mitgliedstaatliche Daseinsvorsorge*, pp. 199-209, Baden-Baden, 2002.
8. [Segalla 2006] SEGALLA, P.: *Kommunale Daseinsvorsorge*. Wien, 2006.
9. [Statistik Austria 2007a] STATISTIK AUSTRIA: *Öko-Steuern 1995 - 2006*. Wien, 2007.
10. [Statistik Austria 2009] STATISTIK AUSTRIA: *Regionalstatistiken*.
11. [Statistik Austria 2007b] STATISTIK AUSTRIA, Österreichischer S.: *Österreichs Städte in Zahlen 2007*. Wien, 2007.
12. [Umweltbundesamt, (Hg.) 2007] UMWELTBUNDESAMT, (HG.) ]: *Abfallverbrennung in Österreich: Statusbericht 2006*. Wien, 2007.
13. [VÖEB 1999] VÖEB, Verband Österreichischer Entsorgungsbetriebe (pub.): *Branchenstudie Entsorgungswirtschaft*. Wien, 1999.
14. [G.J. Venta and M. Nisbet], "Waste Streams from Building Construction and Demolition, with a Specific Focus on Concrete", study prepared for Public Works & Government Services Canada (PW&GS), Ottawa, March 2001.
15. "Construction and Demolition Waste Management Practices and Their Economic Impacts", a study prepared by SYMONDS Group (UK) in association with ARGUS (Germany), COWI

Consulting Engineers and Planners (Denmark) and PRC Bouwcentrum (the Netherlands) for The European Commission, 1999.

16. "Construction and Demolition Waste in Canada", prepared by SENES Consultants for Environment, Austria, 1993.

17. [P.J. Nixon], "Recycled Concrete as an Aggregate for Concrete – a Review", RILEM TC-37-DRC. Materials and Structures (RILEM),(1977).

18. Proposed standard for the use of recycled concrete aggregate and recycled aggregate concrete, Building Contractors Association of Japan (B.C.S.J.), Committee on Disposal and Reuse of Construction Waste, 1977 (English version published in June 1981).

19. [T. Mukai et al. ], "Study on Reuse of Waste Concrete for Aggregate of Concrete", presented at a Seminar on Energy and Resources Conservation in Concrete Technology, Japan-US Cooperative Science Program, San Francisco, 1979.

20. [G.J. Venta and M. Nisbet], "Reuse and Recycling of Steel and Nonferrous Metals from Construction and Demolition Waste", study prepared for Public Works & Government Services Canada (PW&GS), Ottawa, March 2001.

21. "Recycling- Metals", 1996, U.S. Geological Survey-Minerals Information, Reston, VA.

22. "Iron and Steel Scrap", 1999, U.S. Geological Survey-Minerals Information, Reston, VA.

23. "Fact Sheet", Steel Recycling Institute, Pittsburgh, PA, 2001

24. "Recycling Scrap Iron and Steel", Institute of Scrap Recycling Industries, Inc. (ISRI), Washington, DC, 1993.

25. "Recycling-Nonferrous Metals", U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines, Washington, DC, December 1995.

26. "Recycling Nonferrous Scrap Metals", Institute of Scrap Recycling Industries, Inc. (ISRI), Washington, DC, 1993.

27. "Recycling", The Aluminum Association, Inc., 2001.

28. [Paul H. Brunner, Helmut Rechberger], "Practical Handbook of Material Flow Analysis (Advanced Methods in Resource and Waste Management Series)", 2003.

29. Construction Waste Minimisation: The Case of Malaysia." Resources, Conservation and Recycling Vol. 48(1), pp. 86-98.

30. [Chini, A.R. and S.F. Bruening]. "Deconstruction and Materials Reuse". Deconstruction: Techniques, Economics, and Safety – Country, 2003.

31. [Schultmann, F.] "Deconstruction in Germany". French-German Institute for Environmental Research (DFIU), University of Karlsruhe, Germany. 2001.

32. [Thomé-Kozmiensky], "Technologie der Abfallbehandlung", 1998.

33. [Symonds]. Construction and Demolition Waste Management Practices, and their Economic Impacts. Report to DGXI European Commission. Final Report, February 1999.
34. "The Contribution of Environmental Management Systems to the Management of Construction and Demolition Waste: The Case of the Autonomous Community of Madrid (Spain)." *Resources, Conservation and Recycling* (Corrected Proof of the Article in Press).
35. [Duran, Xavier, Helena Lenihan and Bernadette O'Regan]. "A Model for Assessing the Economic Viability of Construction and Demolition Waste Recycling." *Resources, Conservation and Recycling* Vol. 46(3), pp. 302-320. March 2006.
36. [Schnurer, H. 2002]. German Waste Legislation and Sustainable Development: Development of waste legislation in Germany towards a sustainable closed substance cycle. Accessed 15 February 2006.
37. [Bossink, B.A.G. and H.J.H. Brouwers]. "Construction Waste: Quantification and Source Evaluation." *Journal of Construction Engineering and Management* Vol.122 (1), pp. 55-60. March 1996.
38. [Chung, Shan-shan and Carlos W.H. Lo. January 2003]. "Evaluating Sustainability in Waste Management: the Case of Construction and Demolition, Chemical and Clinical Wastes in Hong Kong." *Resources, Conservation and Recycling* Vol. 37(2), p. 119-145.
39. [The Commonwealth Department of Industry, Science and Resources]. "Executive Summary." November 2006.
40. [BMU 2003]. Waste Legislation News: Ordinances of the Federal Republic of Germany on Sustainable Waste Management. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. May 2003.
41. KWTBau. 2005. Monitoring-Bericht Bauabfälle, Erhebung 2002. Arbeitsgemeinschaft Kreislaufwirtschaftsträger Bau. Berlin, 31. Oktober 2005.
42. [www.recycling.or.at](http://www.recycling.or.at)
43. [www.br.v.at](http://www.br.v.at)
44. [www.scp.eionet.europa.eu/facts/factsheets\\_waste/2009\\_edition/constructionanddemolitionwaste/bycountry?country=AT](http://www.scp.eionet.europa.eu/facts/factsheets_waste/2009_edition/constructionanddemolitionwaste/bycountry?country=AT)
45. [www.abfall.wien.at](http://www.abfall.wien.at)
46. [www.eurofound.europa](http://www.eurofound.europa)
47. [www.ctu.ch](http://www.ctu.ch)
48. [www.lua.nrw.de](http://www.lua.nrw.de)